



Modelat d'un dron VTOL autosuficient d'ajuda humanitària

Núria Ricart Sánchez

Grau en Enginyeria de Disseny Industrial i
Desenvolupament del Producte

Tutor: Francesc Mestres Domenech

Curs 2017/2018



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

**Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa**

ABSTRACT

En aquest projecte es proposa una idea pel transport de medicaments a zones remotes de difícil accés mitjançant un vehicle aeri no tripulat.

L'ús del vehicle està pensat per ocasions d'emergència on la dosi requerida no és excessivament gran, perquè així es pot transportar en aquest tipus de vehicle. Tot i això, es planteja com a via de futur utilitzar el vehicle en missions rutinàries per facilitar la distribució dels medicaments.

Aquest vehicle està dotat amb un sistema que permetrà la subjecció del paquet que no es deixarà anar fins que no s'arribi al punt d'entrega. El paquet serà llençat des de l'aire i arribarà a terra gràcies al paracaigudes incorporat.

En este proyecto, se propone un método de transporte de medicinas a zonas de difícil acceso mediante un vehículo aéreo no tripulado

El uso del vehículo está pensado para ocasiones de emergencia en que la dosis requerida no es excesivamente grande, para que se pueda transportar en este tipo de vehículo. Aun así se plantea utilizar el vehículo en misiones rutinarias en el futuro para facilitar la distribución de medicamentos.

Este vehículo está dotado de un sistema que permite la sujeción del paquete y que se suelta cuando llega al punto de entrega. El paquete se deja ir desde el aire y aterriza mediante un paracaídas.

In this project, a suggestion is given for the transportation of medicine to areas that may be difficult to reach, by means of an unmanned aerial vehicle

Its use is for emergency supplies that are relatively low in volume. However, there are plans to make use of the vehicle in routine missions to ease the distribution of medical aid.

This vehicle contains a physical system which allows to safely hold the package until it arrives at the delivery coordinates. The package is dropped at height and lands with a parachute.

ÍNDEX

1. Introducció	10
<hr/>	
2. Descripció projecte	12
2.1 Equip de disseny	13
2.2 Objectius	13
2.3 Reptes	13
2.4 Diagrama de Gantt	14
2.5 Briefing	16
2.5.1 Missió	16
2.5.2 Empresa	16
2.5.3 Target	16
2.5.4 Competència	17
2.5.5 Pressupost	17
<hr/>	
3. Fase de recerca	18
3.1 Vocabulari tècnic	19
3.2 Àrea de recerca	20
3.3 Recerca centrada en l'usuari	21
3.3.1 Journey map	22
3.4 Recerca tècnica	24
3.4.1 Recerca de materials	24
3.4.2 Recerca de tecnologies	26
3.4.3 Recerca de processos industrials	26
3.4.4 Recerca de patents	28
3.5 Benchmarking	30
3.5.1 Competència d'empreses UAV	30
3.5.2 Competència d'organitzacions i projectes dedicats a ajuda humanitària	34
3.6 Conclusions de la recerca	41
3.6.1 Hudron a Swazilàndia	41

3.6.2 Mètode de comunicació	44
4. Fase de conceptualització	48
4.1 Proposta de valor	49
4.2 Requeriments	50
4.2.1 Requeriments del projecte	50
4.2.2 Requeriments del prototip	50
4.2.3 Mapa del producte	51
4.3 Justificacions disseny	52
4.3.1 Sistema de subjecció del paquet	52
4.3.2 Carcassa protectora	54
4.4 Formalització de producte	56
4.4.1 Identificació problemes	57
4.4.2 Solucions proposades	58
4.4.3 Check list requeriments del disseny	59
4.4.4 Conclusions primer testeig	59
4.4.5 Implementació solucions proposades	60
4.4.6 Conclusions segon testeig	61
5. Desenvolupament del producte	62
5.1 Definició tècnica de components	64
5.1.1 Taula de referències components	64
5.1.2 Taula de referències eines	66
5.1.3 Fitxa tècnica components	66
5.2 Viabilitat del projecte	86
5.2.1 Anàlisi actuació vehicle	86
5.2.2 Càlcul superfície	87
5.2.3 Gràfic model de dinàmica del vehicle	89
5.2.4 Càlcul bateria	90

6. Comunicació del producte	92
6.1 Disseny de la imatge de marca	94
6.2 Disseny de packaging	96
6.3 Disseny del paracaigudes	100
6.4 Disseny digital, aplicacions gràfiques i del servei	102
6.5 Proposta de marxandatge	104
<hr/>	
7. Anàlisi econòmic	106
7.1 Cotització de prototip	108
7.2 Cotització de producte	112
7.3 Viabilitat econòmica de Huflight	114
7.3.1 Pactes de col·laboració	114
7.3.2 Huflight a Verkami	116
7.3.3 Microdonatius web Huflight	116
<hr/>	
8. Impacte ambiental	118
8.1 Convivint amb aus	119
8.2 Cicle de vida	121
<hr/>	
9. Futures línies de disseny	124
<hr/>	
10. Conclusions	126
<hr/>	
11. Agraïments	130
<hr/>	
12. Bibliografia	132
<hr/>	
13. Annex	142
<hr/>	

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1: Hudron en una missió	10
Figura 2: Vida quotidiana a l'Àfrica	10
Figura 3: Dones a l'Àfrica	10
Figura 4: Dron en acció humanitària	12
Figura 5: Mapa d'Àfrica	18
Figura 6: Mapa d'empatia	21
Figura 7: Rànquing de les millors companyies de drons	30
Figura 8: Rànquing de les millors companyies operadores de drons	34
Figura 9: Ubicació hospitals Swazilàndia	44
Figura 10: Ubicació camps base Huflight	45
Figura 11: Radis d'actuació Huflight	46
Figura 12: Distància entre Tjaneni i Huflight	46
Figura 13: Distància entre Ngomane i Huflight	46
Figura 14: Distància entre Mpaka i Huflight	47
Figura 15: Distància entre Magomba i Huflight	47
Figura 16: Distància entre Nsoko i Huflight	47
Figura 17: Distància entre Sithobela i Huflight	47
Figura 18: Prototip Hudron	48
Figura 19: Mapa del producte Hudron	51
Figura 20: Diagrama de flux testeig de prototip	56
Figura 21: Prototip Hudron preparat per una missió	62
Figura 22: Sentit de gir dels motors	77
Figura 23: Descomposició forces sobre el vehicle	86
Figura 24: Descomposició forces verticals sobre el vehicle	86
Figura 25: Superfície de la planta considerada	87
Figura 26: Selecció superfície principal	88
Figura 27: Selecció superfície triangulars	88

Figura 28: Selecció superfícies rectangulars	88
Figura 29: Selecció superfícies rectangulars menors	88
Figura 30: Selecció superfície circular	88
Figura 31: Gràfic del model de dinàmica del vehicle	89
Figura 32: Llançament paquet des de Hudron	92
Figura 33: Voluntaris Huflight preparant una missió	106
Figura 34: Fitxa de col·laboració amb Huflight	115
Figura 35: Flamencs en el seu hàbitat	118
Figura 36: Cicle de vida de Huflight	120
Figura 37: Expansió del projecte Huflight a Swazilàndia	124
Figura 38: Comprovació de l'estat del prototip	126

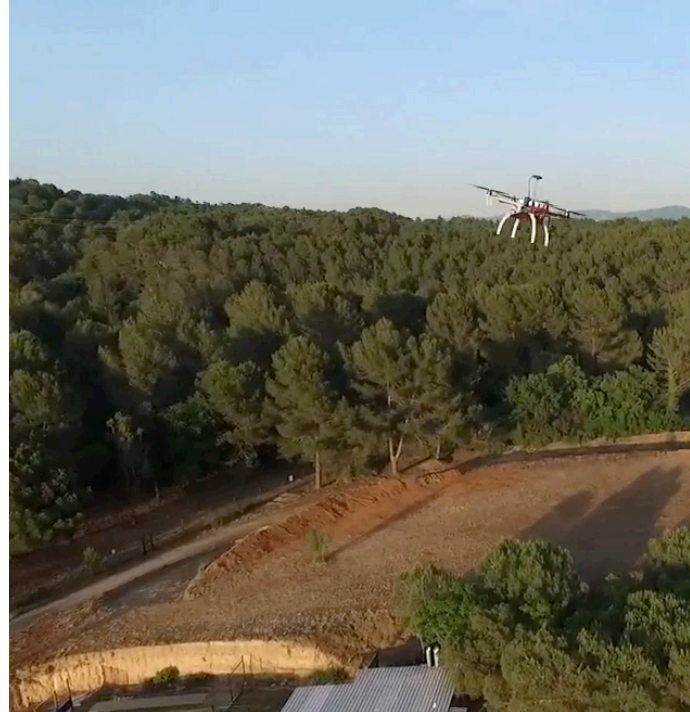
INTRODUCCIÓ

El projecte de fi de grau és utilitzat per plasmar o aplicar tots els coneixements que s'ha anat adquirint fins al moment.

Es tracta d'un projecte que durarà quatre mesos fent un seguiment al llarg del treball per anar veient el progrés.

En aquests mesos es desenvoluparà el projecte Huflight amb la supervisió d'un professor. Amb aquest projecte es pretén realitzar un prototip funcional que permeti el testeig dels components.

A més, s'integrarà la impressió 3D com a mètode de fabricació de parts del prototip.



“Aquellos que tienen el privilegio de saber tienen la obligación de actuar”
Albert Einstein



Figura 1: Hudron en una missió.
Font: pròpia



Figura 2: Vida quotidiana a l'Àfrica.
Font: www.ecodimatico.com



Figura 3: Dones a l'Àfrica.
Font: Manos Unidas

L'àmbit d'estudi del projecte són els vehicles aeris no tripulats destinats a transportar una càrrega, concretament un vehicle aeri utilitzat en missions humanitàries pel transport de medicaments.

Per aquest motiu s'analitzaran els requeriments que necessita el vehicle per duu a terme una entrega, s'estudiarà la configuració dels quadrocòpters així com els components necessaris d'un vehicle d'aquestes característiques.

Es farà un testeig del prototip per veure si l'estructura funciona i completa les missions amb el llançament del paquet.

També s'aprofitarà per desenvolupar la comunicació del producte i l'empresa, definint una imatge de marca i transmetent un missatge clar d'ajuda humanitària. En aquest punt també es desenvoluparà el *packaging* que envolta el paquet en termes de disseny i funcionalitat.

Com es tracta del desenvolupament d'una empresa, es farà un anàlisi econòmic per veure quina és la inversió necessària i la viabilitat econòmica del projecte.

L'impacte ambiental també es tractarà ja que és un tema important avui dia. S'estudiaran quins poden ser els impactes que en resulten del vehicle i l'impacte que aquest genera sobre les aus.

2

DESCRIPCIÓ PROJECTE

El projecte Hudron es tracta del disseny i fabricació d'un vehicle aeri no tripulat capaç de transportar una càrrega limitada de medicaments. L'objectiu d'aquest vehicle és poder atendre als pacients que resideixin o quedin atrapats en zones de difícil accés i necessitin d'atenció ràpida.

Es planteja un vehicle econòmic i resistent que pugui ser utilitzat freqüentment en el continent Àfrica per satisfer emergències i subministraments mèdics.

Saving lives, no matter where





Equip de disseny

2.1

Núria Ricart Sánchez, estudiant d'Enginyeria de Disseny Industrial i Desenvolupament del Producte per la Universitat Politècnica de Catalunya em la facultat ESEIAAT.

Objectius

2.2

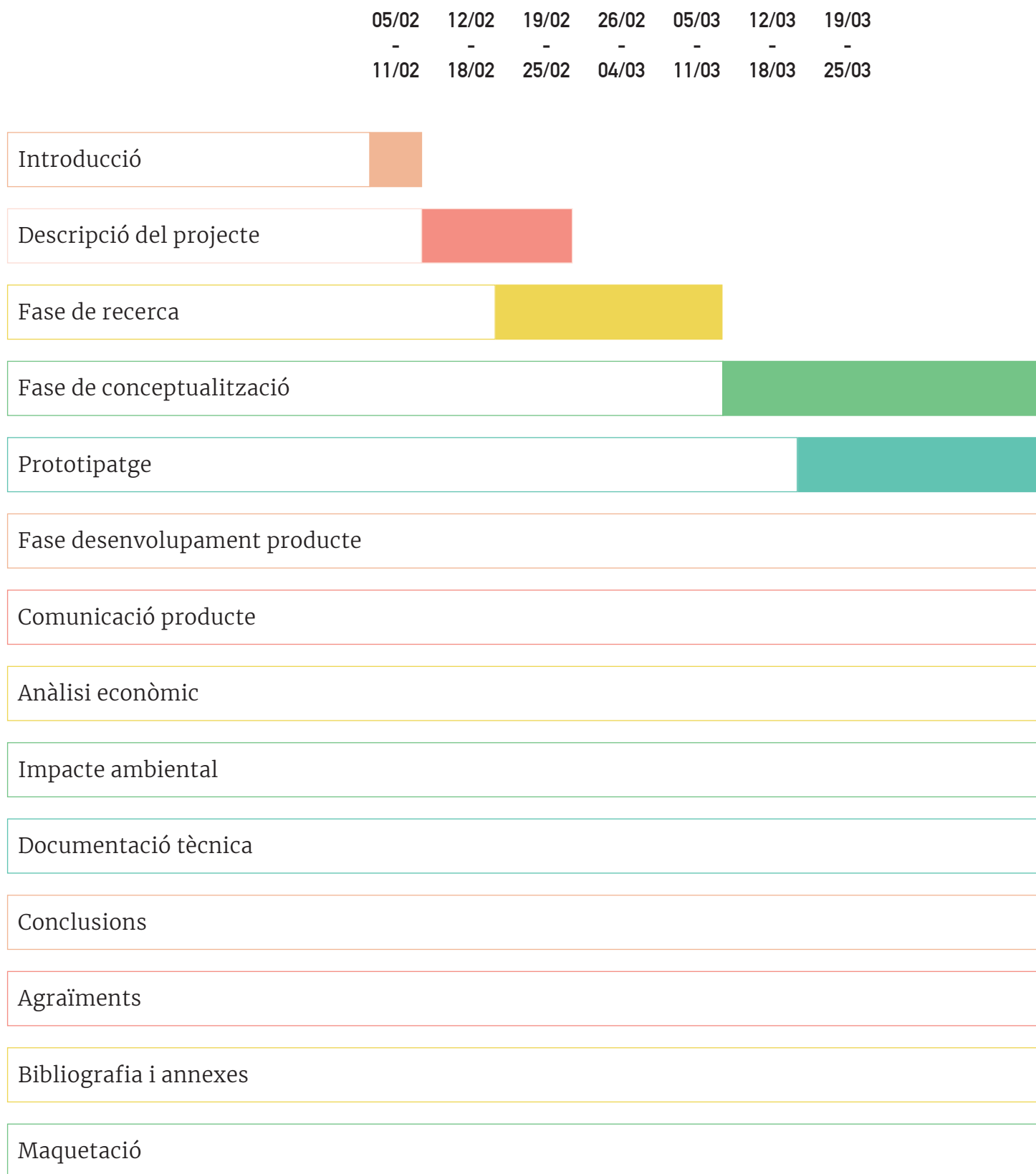
- Poder construir un prototip funcional d'un vehicle aeri no tripulat
- Ser capaç d'aplicar totes les àrees de coneixement estudiades durant els tres anys i mig de carrera
- Poder desenvolupar un treball individual amb tota la metodologia necessària
- Superar-me com a enginyera

Reptes

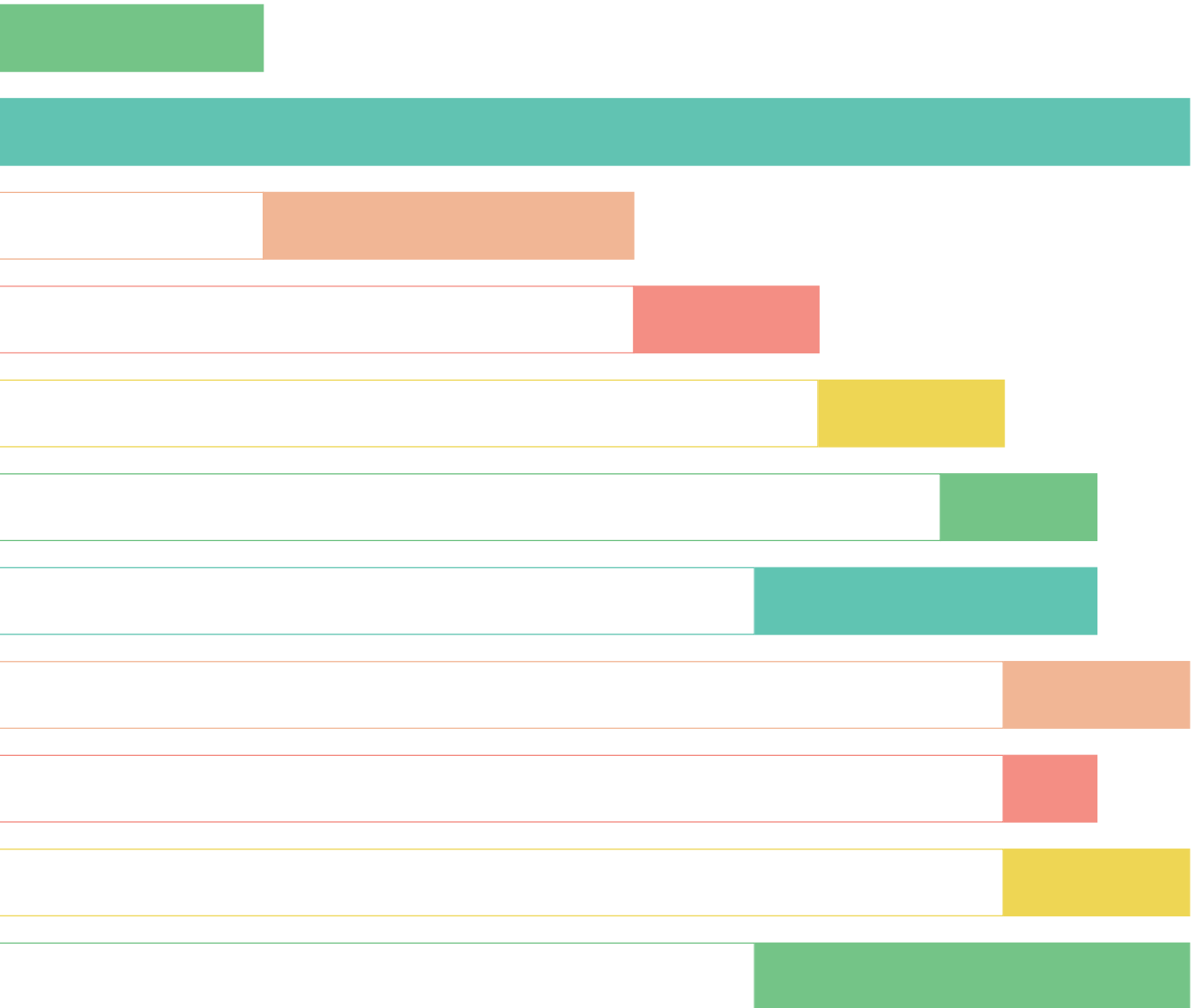
2.3

- Modelat i desenvolupament d'un vehicle resistent, però alhora funcional.
- Disseny ecològic
- Producte econòmic
- Fàcil de fabricar
- Utilització de materials comuns i estàndards
- Capaç de transportar una càrrega de medicaments considerable

2.4 Diagrama de Gantt



26/03	02/04	09/04	16/04	23/04	30/04	07/05	14/05	21/05	28/05	04/06
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01/04	08/04	15/04	22/04	29/04	06/05	13/05	20/05	27/05	03/06	10/06



2.5 Briefing

2.5.1 Missió

Cobrir les necessitats de medicaments en un moment d'urgència quan hi ha poc temps i dificultats per arribar al punt on s'ha produït la urgència.

2.5.2 Empresa

Huflight és una *startup* dedicada a la fabricació d'UAS d'ajuda humanitària a L'Àfrica. Cada UAS està dissenyat per transportar medicaments, permetent l'accés a zones remotes d'una manera efectiva.

El producte que s'ofereix, Hudron, està pensat per reduir costos alhora que s'ofereix una bona qualitat. El fet d'estar pensat per operar a Àfrica, fa que es busqui una manera sostenible i econòmica per fabricar els vehicles.

2.5.3 Target

El client potencial de Huflight són les ONG o organitzacions de caràcter humanitari, com Metges Sense Fronteres, Creu Roja o Acnur presents a gran part del continent africà.

El *target* en la majoria de casos no té un nivell econòmic alt, per això busquen un producte econòmic amb una llarga vida útil així com una resistència elevada.

2.5.4 Competència

La competència de Huflight són les ONG que estan treballant en projectes d'ajuda humanitària amb la cooperació de UAS, així com les empreses d'aquests vehicles que decideixin entrar en el món de les tasques d'emergències.

El desenvolupament tecnològic i els recursos de les grans empreses de vehicles no tripulats pot ser una gran competència per Huflight.

2.5.5 Pressupost

El pressupost del que es disposa no és elevat, degut al *target* que s'ha mencionat. Per tant, es buscarà treballar amb materials de cost reduït i que es puguin reutilitzar, així com materials comuns a la zona d'Àfrica.

3

FASE DE RECERCA

Aquest punt consisteix en el primer contacte amb el tema del projecte. S'investigaran diversos aspectes des d'empreses que es dediquen al sector dels vehicles aeris no tripulats passant per organitzacions d'ajuda humanitària fins arribar a aspectes més tècnics com materials, processos de fabricació i patents existents d'empreses reconegudes.





Vocabulari tècnic

3.1

- Drone (dron en català)

Terme original de l'anglès que significa abellot, s'ha associat que el soroll emès pels motors de l'aeronau és similar al brunzit dels abellots. Paraula emprada per referir-se a tot tipus de vehicle no tripulat.

- UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

Vehicle aeri no tripulat.

- UAS (Unmanned Aerial System)

Conjunt que engloba el vehicle no tripulat, el sistema de comunicació i l'estació de terra.

- Quadrocòpter

Vehicle aeri de configuració mecànica de quatre motors.

- VTOL (Vertical Take Off and Landing)

Vehicle que s'enlaira i aterra verticalment.

- Thrust (empenta)

Força produïda per les hèlix pel contacte del vehicle aeri amb l'aire com a conseqüència del moviment relatiu.

- Angle d'atac

Angle entre el vector empenta dels motors i el vector de la velocitat horitzontal del vehicle.

- Payload

Massa transportada pel vehicle com a part d'una missió.

3.2 Àrea de recerca

El projecte es troba dins del sector de vehicles aeris no tripulats els quals són dirigits mitjançant un control remot o bé, a través, d'un dispositiu electrònic com pot ser un *smartphone*.

Actualment, aquest món està en creixement donat que cada cop més s'utilitza aquests dispositius per duu a terme tasques de risc o que no són viables per una persona. Relacionat amb el lleure, els UAS són uns vehicles coneguts entre els joves i moltes persones que han entrat en aquest món durant els últims anys.

Deixant de banda la utilització d'aquests vehicles pel lleure, la actual legislació a Espanya posa molts impediments per fer servir aquests vehicles en la vida diària. Per aquest motiu, s'haurà d'investigar si al lloc on es vol desenvolupar el projecte Hudron es poden fer servir aquests mitjans de transport.

La ciberseguretat és un altre dels temes que preocupa a la societat donat que avui dia un dispositiu d'aquestes característiques es pot manipular a distància deixant de fer cas a la primera ordre. Algunes grans empreses estan

començant a treballar amb aquests vehicles, s'estan fent proves però encara s'ha d'investigar més en aquest camp per poder utilitzar els UAS com a mitjà de transport diàriament.

Mencionar que la poca autonomia d'aquest tipus de vehicle és un impediment també pel desenvolupament del sector. Per tal de poder augmentar l'autonomia es requereix d'una bateria amb més capacitat, però a la vegada pesa més llavors això és un inconvenient pel moviment.

S'està treballant en diverses possibilitats d'alimentar el dispositiu com bateries que funcionen amb energia solar o bateries més potents però més lleugeres. Aconseguir desenvolupar una bateria capaç de permetre una major autonomia seria tot un avanç en el sector.

3.3 Recerca centrada en l'usuari

L'usuari és una persona en un estat de salut delicat que, en la majoria de situacions, no es pot desplaçar fins a l'hospital més proper o, en cas que es trobi en un, les reserves d'aquest medicament s'hagin esgotat.

Gràcies a aquest projecte, es pretén millorar la qualitat de vida d'aquestes persones pel que fa a l'accés immediat a les medicines que poden pal·liar el dolor causat per la malaltia.

L'experiència que viurà l'usuari serà d'alleujament per la rapidesa en que li podran subministrar medicaments, a més de sentir-se protegit i segur que en qualsevol moment que es necessiti se'ls hi proporcionarà el medicament tan aviat com sigui possible.

En definitiva, es pot intuir que l'experiència serà positiva i de gran acceptació entre la població.

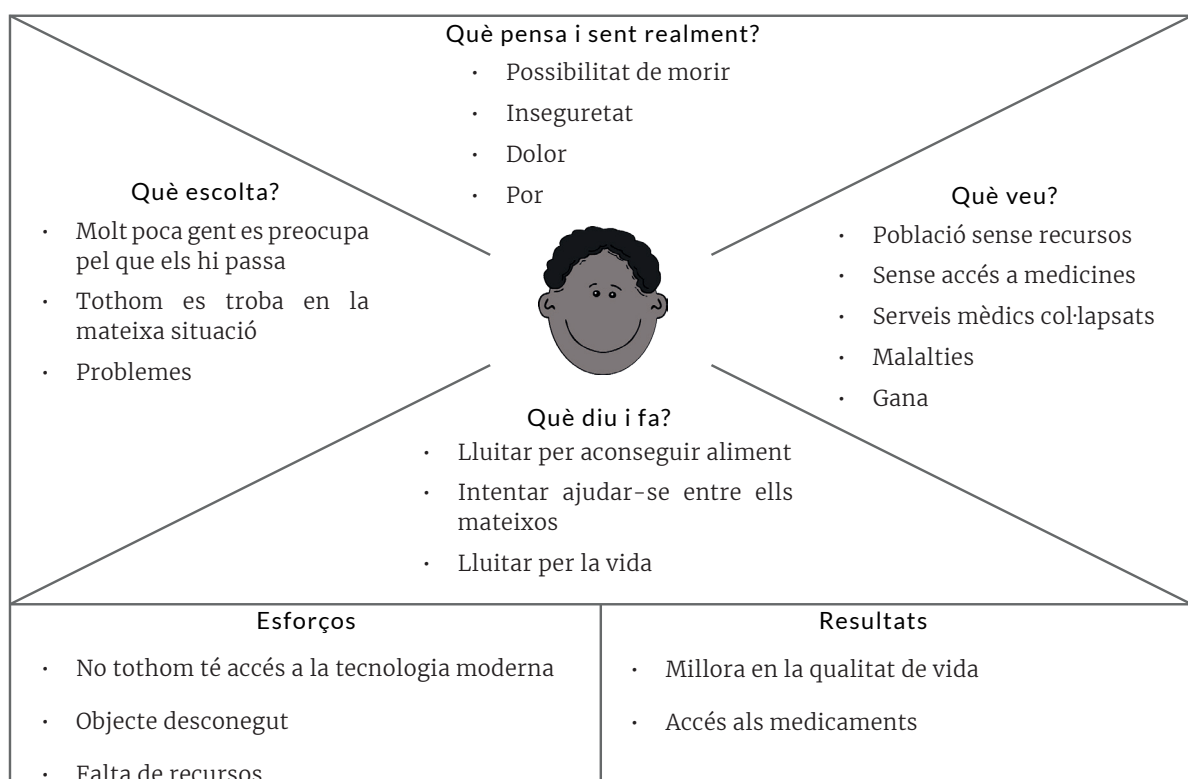


Figura 6: Mapa d'empatia.

Font: pròpia

3.3.1 Journey map



09:00

Hola, em dic Ambe, tinc 6 anys i des de fa 1 any tinc SIDA. No em trobo bé i els meus pares han decidit trucar a l'hospital.



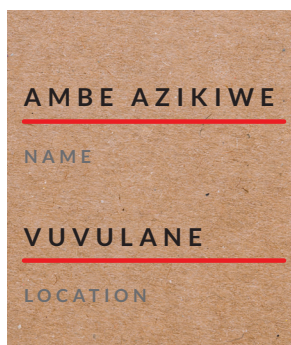
09:05

Els meus pares han trucat a l'hospital Dvokolwako Government Health, centre mèdic que segueix la meva malaltia.



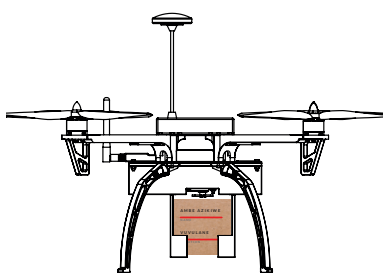
09:15

El metge ha decidit que necessito una dosi d'emergència.



09:30

Documentació del paquet amb el nom de la persona que els ha de rebre i la població de destí.



09:35

Col·locació del paquet al vehicle.



09:45

Configuració de la ruta del vehicle des del camp base de Huflight fins a Luve.



09:20

El metge envia un missatge a Huflight per a que subministrin una dosi de medicaments a Luve, poblat on visc.



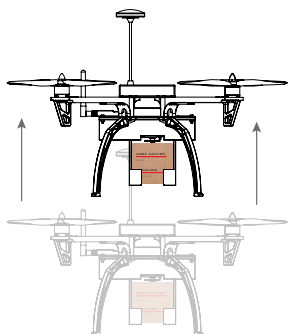
09:21

Resposta enviada per part de Huflight que es posa a preparar els medicaments prescrits.



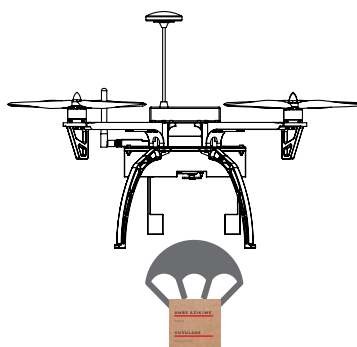
09:25

Preparació del paquet amb la dosi de medicaments receptada pel metge.



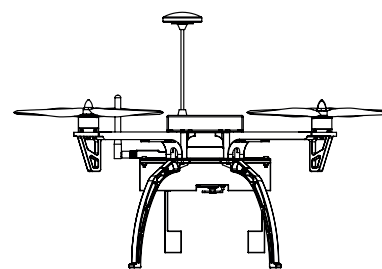
09:50

Enlairament del vehicle.



10:20

Alliberament del paquet quan arriba al punt d'entrega.



10:21

Retorn del vehicle cap al campament base.

3.4 Recerca tècnica

3.4.1 Recerca de materials

Composites amb fibra de carboni (CPRF)



- Rigidesa i resistència molt altes
- Pes lleuger
- Alt rendiment estructural
- Resines epoxi, grans propietats i adherència a les fibres
- Durador



- Resines epoxi cares
- Aplicacions reduïdes on la rigidesa específica és un factor dominant

Densitat 1,55 - 1,6 g/cm³

Preu 50 - 61 USD/kg

Mòdul de Young 50 - 60 GPa

Composites amb fibra de vidre (CPRF)



- Alta resistència i rigidesa
- Pes lleuger
- Resistència a l'impacte
- Resistència a la corrosió
- Econòmic



- Augment de la producció d'esquerdes amb els forats i canvis significatius en la secció
- La humitat degrada les propietats
- La matriu limita la temperatura i l'entorn operatiu

Densitat 1,75 - 1,95 g/cm³

Preu 9 - 20 USD/kg

Mòdul de Young 21 - 35 GPa

Àcid polilàctic (PLA)



- No emet gassos nocius
- Biodegradable
- Millor per fer peces amb detalls
- Baixa deformació quan s'ha refredat



- A altes temperatures comença a descomposar-se
- És molt difícil mecanitzar-lo.

Densitat 1,3 g/cm³

Preu 22,99 USD/kg

Mòdul de Young 4 GPa

Aliatges d'alumini



- Fàcil de treballar
- Metall lleuger
- Resistència a la corrosió



- Metall car
- Baixa resistència a la fatiga
- Superfícies no regulars i no desllizants

Densitat 2,5 - 2,95 g/cm³

Preu 1,3 - 5,7 USD/kg

Mòdul de Young 68 - 88,5 GPa

3.4.2 Recerca de tecnologies

Procés de fabricació per adició de material on es creen objectes tridimensionals mitjançant la superposició de capes de material.

Dins la impressió 3D, hi ha varies maneres d'impressió com el modelatge per deposició fosa (MDF), el procés més utilitzat a l'hora de fer prototips i produccions a petita escala. Aquest procés és utilitzat per crear parts com l'estructura base del vehicle amb l'objectiu de fer proves i anar fent modificacions si s'escau.

Impressió 3D



Empresa que es dedica a fer impressions 3D en diversos materials i processos d'impressió 3D així com tall per làser a un preu reduït.

3.4.3 Recerca de processos industrials

Procés que consisteix en injectar un polímer en estat fos a alta pressió.

Per utilitzar aquest mètode es necessita la creació d'un motlle on serà injectat el material fos de manera que omplirà la cavitat i, quan es refredi s'extraurà. Les peces fabricades amb aquest sistema han de comptar un angle de desemmotllar per poder extreure la peça.

La injecció de plàstic permet fabricar d'una manera simple components amb formes geomètriques d'alta complexitat. Actualment, moltes de les peces de plàstic del nostre dia a dia estan fabricades mitjançant aquest procés. És més, en la indústria aeroespacial moltes de les peces són fabricades amb aquesta tècnica.

Injecció de plàstic



Fabricant de peces per injecció de plàstic per diversos sectors. En l'àmbit dels UAS es dedica a fer peces de plàstic per injecció a nivell nacional i internacional.

Procés de modelat de peces de material compost, desenvolupat a partir de la injecció de resina en un motlle tancat on es troba la preforma de la fibra.

Aquest procés permet crear peces amb bona resistència i rigidesa, així com aconseguir geometries de major espessor i dificultat geomètrica.

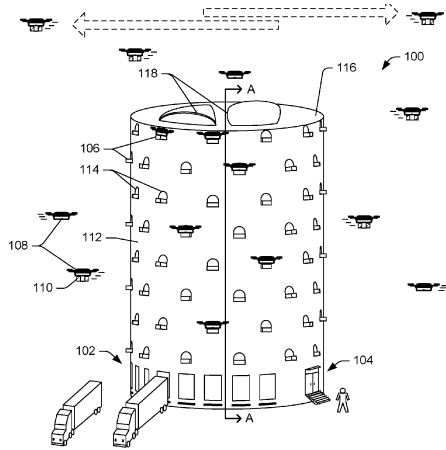
Modelat per transferència



MECANYMOLD

Empresa dedicada a la producció de motlles per la injecció d'elastòmers com el modelat per transferència.

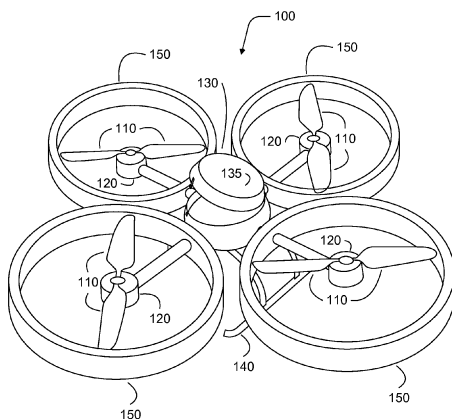
3.4.4 Recerca de patents



amazon

Multi-level fulfillment center for unmanned aerial vehicles.

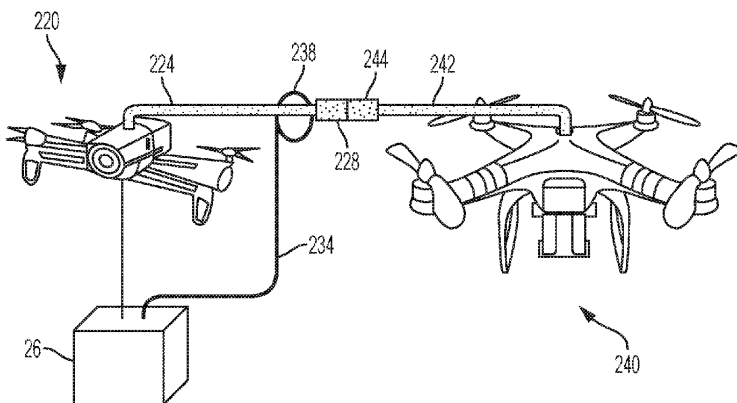
22/06/2017



Google

Request apparatus for delivery of Medical support implement by UAS.

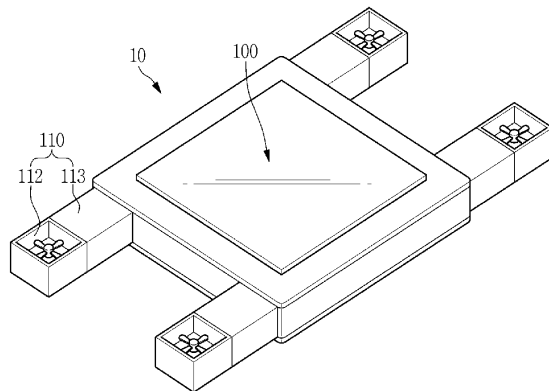
05/04/2016



IBM

In Flight transfer of packages between aerial drons.

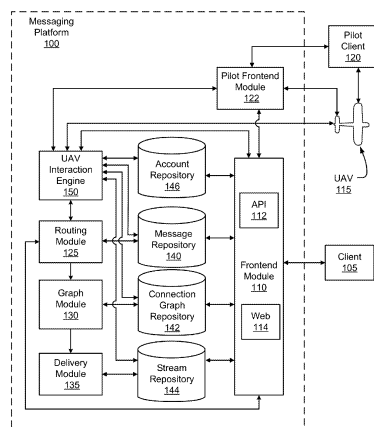
07/02/2017



Samsung

Flying display device.

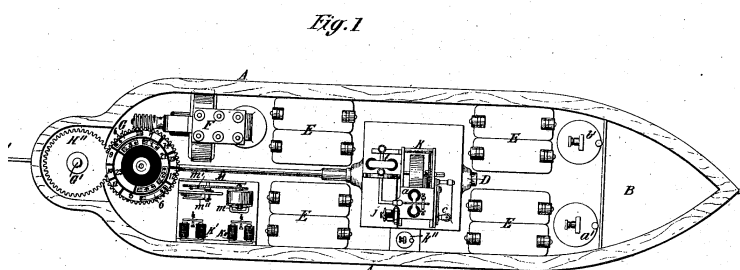
13/02/2018



Twitter

Messaging-enabled unmanned aerial vehicle.

17/12/2015



Tesla

Method of and apparatus for controlling mechanism of moving vessels or vehicles

08/11/1898

3.5 Benchmarking

3.5.1 Competència d'empreses UAV

Al'horadel'elecciódelescompanyies referents en el sector dels UAS s'ha utilitzat una classificació feta per Droneii, una companyia analista que realitza un estudi periòdic de companyies de drons.

S'ha escollit DJI, Parrot i Yuneec per analitzar els seus productes i veure una mostra del que hi ha en el mercat actualment. DJI i Parrot són de les empreses més importants i reconegudes en l'àmbit dels UAS, mentre que Yuneec es troba al número 7 segons la classificació,

però que a la vegada pot aportar un altre punt de vista sobre els referents del sector.

De les companyies seleccionades només s'han cercat els vehicles professionals que es puguin utilitzar en un àmbit d'ajuda a la societat com rescat de persones, lluita contra el foc, entre altres, ja que es l'àmbit més proper a Hudron. A més, les solucions que es proposin envers a aquestes aplicacions en principi seran drons resistent i eficients.

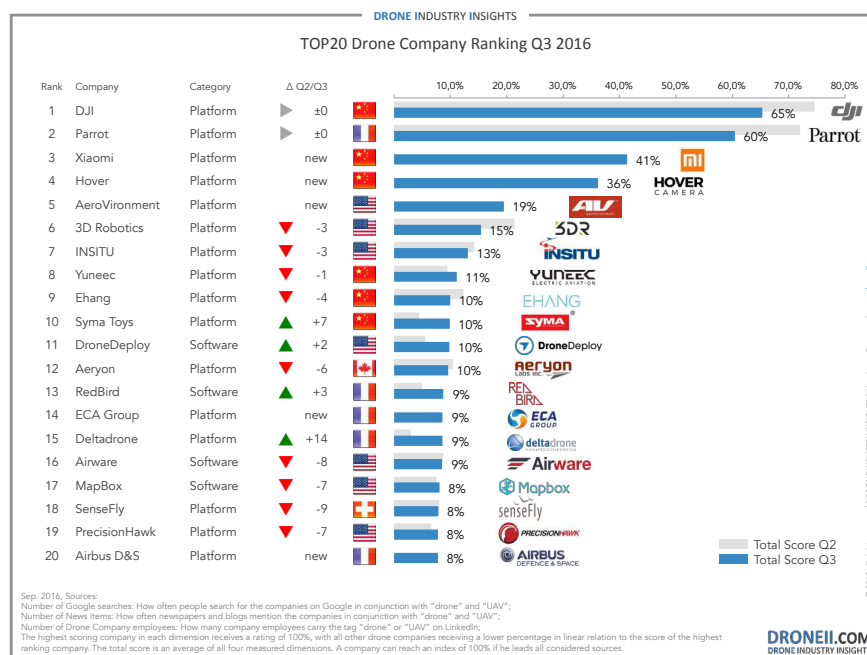


Figura 7: Rànquing de les millor companyies de drons.

Font: Droneii

DJI

Empresa xinesa fundada al 2006 per Frank Wang dedicada a la fabricació de vehicles aeris no tripulats per l'obtenció d'imatges.

La companyia compta amb tres games principals de productes: la gama de consum, la professional i la gama dirigida a empreses.

Per la comparativa s'utilitzarà

la gama d'empreses, dins la qual es troba la categoria de seguretat pública. En aquest àmbit es troben vehicles destinats a buscar i rescatar a persones, lluitar contra un foc, conèixer la magnitud de desastre natural i vehicles de vigilància per la seguretat de les persones.

Parrot

Empresa fundada al 1994 per Henri Seydoux amb seu a París. Companyia orientada a la comercialització de dispositius *wireless* per l'ús domèstic.

En el cas de DJI, s'han trobat diverses solucions proposades de cara a la seguretat pública en diferents aplicacions com el rescat

de persones o la lluita contra el foc on s'empren càmeres tèrmiques. Per aquest motiu, s'ha seleccionat el model de càmera tèrmica que proposa Parrot.

Yuneec

Empresa fundada a Hong Kong al 1999 líder a nivell mundial en tecnologia aeronàutica electrònica. Conté centenars de sol·licituds de patents en aeronaus tripulades, drons i aeromodels per control remot.

DJI



M210



Z30



XT

M210		Z30	
Pes	3,8 kg	Pes	0,556 kg
Dimensions desplegat	887x880x378 mm	Dimensions	152x137x61 mm
Preu	12,248	Preu	9,906
Distància màx.	7 km	Lent	30x zoom
Temps màx. vol	38 min	Zenmuse XT	
Payload	2 kg	Pes	103x74x102 mm
Dimensions payload	790x390x290 mm	Dimensions	0,270 kg
Velocitat màx. ascens	5 m/s	Preu	5,002
Velocitat màx. descens	3 m/s	Càmera d'imatge tèrmica	



PHANTOM 4 PRO

PHANTOM 4 PRO	
Pes	1,388 kg
Dimensions diagonal	350 mm
Preu	1,699
Temps màx. vol	30 min
Velocitat màx. ascens	5 m/s
Velocitat màx. descens	3 m/s

Parrot



BEBOP-PRO THERMAL

BEBOP-PRO THERMAL	
Pes	0,604 kg
Preu	1,800
Distància màx.	2 km
Temps màx. vol	25 min
Velocitat màx. horitzontal	16 m/s
Payload	2 kg

Yuneec



H520

H520	
Pes	1,633 kg
Dimensions	520x455x295 mm
Preu	3,449
Temps màx. vol	25 - 28 min
Velocitat màx. ascens	4 m/s
Velocitat màx. descens	2,5 m/s

3.5.2 Competència d'organitzacions i projectes dedicats a l'ajuda humanitària

És important informar-se sobre l'activitat que duen a terme diferents organitzacions d'ajuda humanitària per tal de conèixer la competència.

La figura 8 mostra les millors companyies dedicades al sector de vehicles aeris no tripulats operadors.

Hi ha diverses organitzacions d'ajuda humanitària que han participat en projectes de col·laboració amb UAV, per aquest motiu és important conèixer que s'ha desenvolupat i fet anteriorment per poder millorar el projecte que es proposa i potenciar al

màxim l'ús de vehicles no tripulats en missions d'ajuda.

Aquest anàlisi serà favorable per Huflight ja que les organitzacions dedicades a l'ajuda humanitària poden ser les majors competidores de l'empresa.

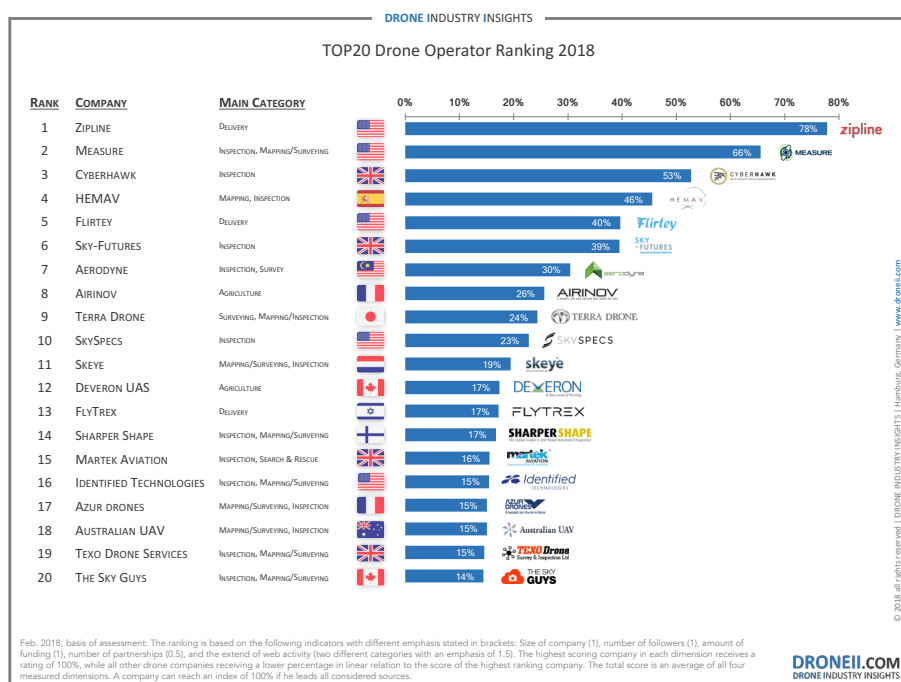


Figura 8: Rànquing de les millors companyies operadores de drons.

Font: Droneii

Malawi: vehicles aeris no tripulats pel transport de test de VIH pels infants

Utilització d'UAS pel transport de test de VIH dels infants per reduir el temps d'espera en el diagnòstic com a resultat de la col·laboració d'Unicef, Matternet i el govern de Malawi. El programa tracta de recollir lots de mostres dels centres de salut locals mitjançant drons i transportar-los a laboratoris especialitzats.

El país disposa de només 8 laboratoris per una població de més de 16 milions, un 10% dels quals pateix aquesta malaltia.

El primer test de vol completat va ser de 10km de ruta des d'un centre de salut comunitari fins al Laboratori de l'hospital central Kamuzu.

Unicef

Unicef promou els drets i benestar de cada nen treballant en 190 països i mostrant especial atenció als infants més vulnerables i exclosos de la societat.

Nacions Unides i altres agències del sistema dedicades a garantir que les qüestions relacionades amb la infància estiguin presents en l'agenda mundial.

Treballa en col·laboració amb les

Matternet

Matternet és líder en la utilització dels drons en activitats de logística des de 2011. Una de les seves aplicacions és de caràcter humanitari treballant amb organitzacions internacionals com MSF i WHO. Companyia que utilitza

els avenços de la tecnologia per solucionar les dificultats del dia a dia.

Invenió del M2 Dron, autoritzat per l'aviació Suïssa per dur a terme operacions de logística a les ciutats.

Distància màx.	20 km
Capacitat de càrrega per entrega	2 kg i 4 litres

Ruanda: transport de sang i vacunes a zones rurals

Actualment, a Ruanda així com en gran part d'Àfrica les comunicacions per carretera es troben en males condicions de manteniment o, fins i tot, ni hi ha. Per això, s'ha convertit en tot un repte accedir a pobles remots.

Aquestes condicions d'accés, fan que les entregues triguin un temps elevat i això, pot fer que sigui massa tard quan arriben. Amb l'ajuda dels drons, els temps d'espera es

redueixen i poden accedir a les zones sense problemes.

La Fundació UPS, Zipline i Gavi (Vaccine Alliance) van formar una associació per començar a transportar sang i vacunes a les zones rurals de Ruanda. A més de treballar conjuntament amb el govern del país per optimitzar l'entrega de medicaments als ciutadans.

Fundació UPS

Fundació creada al 1951 amb la missió d'ajudar a construir comunitats més fortes, segures i resistents a tot el món. Es

centra en la diversitat i inclusió, el voluntariat, la seguretat comunitària i la sostenibilitat del medi ambient.

Zipline

Empresa nord-americana dedicada a la distribució de sang, medicaments i vacunes d'animals a Ruanda. Actualment, abasteix 21 hospitals gràcies als acords amb el Govern del país.

Les principals característiques d'aquest servei són:

Capacitat de lliuraments diaris	500
Clima	Opera sempre
Temps de lliurament	30 min aprox.
Horari del servei	24 hores/7 dies
Distància màx.	75 km
Capacitat de càrrega per entrega	1.5 kg
Velocitat del vehicle	110 km/h

Sistema del servei:

1. Es fa una comanda per SMS

El personal sanitari demana per missatge de text el material que necessiten de medicines o bosses de sang.

2. Preparació del paquet

El centre de distribució de Zipline prepara la comanda amb les condicions de temperatura necessàries.

3. Enlairament del vehicle

El centre mèdic rep una

Gavi (Vaccine Alliance)

Organització internacional dedicada per lluitar per un accés equitatiu a les noves vacunes que es desenvolupen i poc utilitzades en els nens que viuen als països més pobres del món. Reuneix tant

confirmació que el seu material es troba en camí.

4. Entrega directa

El paquet descendeix mitjançant un paracaigudes en una zona determinada i es notifica al personal clínic que ha arribat.

5. El vehicle torna al centre de distribució

Un cop entregat el material mèdic, el vehicle es dirigeix al centre de distribució per preparar-se per la següent missió.

els sector públic com privat per aconseguir aquest objectiu.

La missió principal de Gavi és salvar les vides dels nens i protegir la salut de les persones augmentant l'accés a les vacunes.

EmerTech

EmerTech és el resultat de la col·laboració de Creu Roja amb Zerintia, un vehicle que pesa menys de 2kg i es transporta mitjançant una motxilla. L'aeronau permet la transmissió d'imatges de vídeo al pilot via wifi, quan la distància és molt gran, s'instal·len

uns repetidors per augmentar la senyal. L'inconvenient que presenta aquest vehicle és la seva curta durada, tan sols de 20 minuts de vol. Tot i que, el canvi de bateria no porta més d'un minut perquè el vehicle torni a estar en funcionament.

Creu Roja

Institució humanitària de caràcter voluntari i d'interès públic que proporciona ajuda a diferents sectors necessitats així com desenvolupar diferents projectes arreu del món per lluitar contra catàstrofes naturals, guerres,

malalties, etc. Oferir recursos i ajuda en tasques humanitàries en diversos països.

La Creu Roja Espanyola des de 2015 està treballant en projectes que compten amb l'ajuda de drons per emergències.

Zerintia

Zerintia Technologies és una empresa dedicada al desenvolupament de solucions tecnològiques basades en *Wearable Technology* i Internet de les Coses. Aquestes solucions són aplicades a processos empresarials i entorns sanitaris.

Aquesta companyia desenvolupa el concepte de *Smart Drone* que tracta d'implementar les tècniques més eficients i útils a l'hora de pilotar-los, així com la visualització d'imatges.

ACNUR

ACNUR és la organització de l'agència de la ONU pels refugiats. La principal acció d'ACNUR és assegurar la correcta aplicació de la normativa internacional sobre els refugiats, a més de buscar solucions de llarga durada per la situació dels refugiats i oferir-los protecció.

Actualment, el projecte d'aquesta organització amb drons s'està desenvolupant a Àfrica per tal

d'avaluar i fer un control per tal que l'assistència humanitària que es proporciona en alguns països, especialment a l'Àfrica, sigui igual que els que s'utilitzen amb objectius particulars o militars.

Aquesta missió la duen a terme amb vehicles que sobrevolen els campaments de refugiats o aquelles zones de conflicte continu amb la finalitat de capturar imatges, vídeos, coordenades, així

com tota la informació d'utilitat a l'hora d'elaborar mape de les zones i identificar les necessitats més urgents a cobrir

El T-800 M és el model de UAS que està emprant la organització a Nigèria, població que està patint molta violència en els últims anys. Això ha fet que una gran part de la població hagi hagut de deixar enrere el seu país en busca de refugi en altres zones com són Xat, Níger i, especialment, Camerun.

Les fronteres existents a Camerun necessiten d'actuació immediata degut a les dificultats per arribar, ja que es tracta d'una zona de difícil accés i de risc, sobretot per les dones i nens.

Amb l'objectiu de tindre una visió més clara del terreny, ACNUR

va comptar amb el treball d'un enginyer nigerià que va idear i desenvolupar el model de dron T-800M. Aquest vehicle disposa d'autorització per part del govern del país per volar per la zona afectada pels moviments de gent i poder determinar les primeres necessitats d'aquestes persones.

Gràcies a l'ajuda d'aquest dispositiu s'ha pogut capturar una sèrie d'imatges del terreny en l'últim anys que ha servit per identificar nous focus d'atenció on aplicar mesures com donar més suports amb provisions d'aigua, instal·lacions educatives i centres de salut entre altres. També serveix per ponderar el creixement dels camps de refugiats de Kabelawa i Sayam Forage.

Flirtey

Startup dedicada al transport de mercaderies emprant drons, ha treballat amb diverses organitzacions com la NASA, per fer entregues de medicines a clíniques mèdiques rurals. La missió principal és salvar vides i promoure les entregues ràpides.

Flirtey ha començat un projecte amb Remsa, un proveïdor privat de serveis mèdics d'emergència sense ànima de lucre a Nevada. Aquest projecte pretén proporcionar un servei de desfibril·ladors en cas d'emergència, a més d'enviar una ambulància a la ubicació.

SenseFly

Empresa del grup Parrot dedicada a utilitzar drons en diversos sectors de la indústria, entre ells el sector humanitari. Gràcies a les altes prestacions dels vehicles que ofereixen, presenten una varietat d'aplicacions de caràcter humanitari.

Entre les aplicacions que ofereixen es troben:

- Resposta a emergències: quan es produeix una catàstrofe com un huracà, un tsunami, una gran inundació, etc. Es necessita d'informació sobre l'àrea afectada. En aquest cas els vehicles ofereixen informació visual de la situació a la zona afectada.
- Planificar urbanitzacions i gestió del terreny: s'empren drons per determinar els límits d'una urbanització important la

informació obtinguda pel vehicle a un software de CAD.

- Distribució i planificació d'ajuda: per poder proporcionar i desplegar una sèrie de recursos per ajudar es necessita conèixer la informació geogràfica de la zona. En aquest aspecte, el dron proporciona la informació requerida que permet actualitzar més ràpidament els mapes base.

- Identificar poblacions en risc: gràcies als models digitals del terreny obtinguts amb la informació facilitada pels vehicles, fa que es puguin identificar zones en risc d'inundacions i altres condicions.

- Mines: les imatges d'alta resolució captades pels drons permeten registrar on es troben ubicades mines terrestres.

eBee Plus	
Pes	1,1 kg
Dimensions (ales desplegadas)	110 cm
Temps màx. vol	24 hores/7 dies
Velocitat	11-30 m/s

3.6 Conclusions de la recerca

Com a conclusions es pot extreure que hi ha una gran majoria d'organitzacions que estan treballant amb aquest tipus de vehicle en el sector humanitari, per tant, hi pot haver major competència en aquest sentit. De totes maneres, no hi ha gaires empreses de drons dedicades a oferir vehicles pel transport de mercaderies, per tant, això és un punt a favor de Huflight.

A més, la majoria dels projectes de caràcter humanitari fets amb aquests vehicles han fet les proves del seu funcionament i, actualment, no sé sap si continuen implantant en aquestes àrees.

Un dels aspectes més rellevants que s'extreu de la fase de recerca és l'elecció del país model en el qual es basarà el projecte.

3.6.1 Hudron a Swazilàndia

El primer plantejament que es va fer en referència a determinar el país model on Hudron podria funcionar va ser el següent:

Buscar un país on actualment no s'estigui treballant en cap programa de drons.

Ara bé, per poder arribar a aquest punt es va realitzar una investigació extensa per poder arribar al país escollit.

Com s'ha pogut veure en l'apartat de competència per part d'organitzacions i ONG hi ha un gran nombre d'aquest tipus d'entitats que ha treballat amb drons, per tant, es poden descartar

alguns països com són Ruanda, Nigèria o Malawi.

Un dels altres punts clau era:

Buscar un país de dimensions petites.

Es va arribar a aquesta conclusió investigant sobre com altres organitzacions havien determinat la distància capaç de recórrer el seu vehicle. Es va prendre com a guia el projecte a Ruanda per part de Zipline que va determinar un radi de 150 km sobre el campament base englobant diversos hospitals i clíniques a qui donar suport de sang.

A més, s'havia de trobar un país on la necessitat d'un medicament en concret fos més o menys elevada per tenir un medicament comú a varies persones a transportar.

Swazilàndia

- País petit situat al sud-est d'Àfrica (aproximadament 100 km d'un extrem a un altre)
- No s'està realitzant cap projecte amb UAS
- Malalties: VIH, tuberculosi i tuberculosi resistent als medicaments
- Bon referent de necessitats perquè és considerat el país menys saludable
- La legislació del país permet el vol de drons amb una sèrie de condicions

Terreny i clima a Swazilàndia

Swazilàndia es troba a la part sud-est del continent africà que limita amb Sudàfrica i Moçambic. Compta amb una superfície de 17,363 km² i amb poc més d'un milió d'habitants. Les llengües oficials del país són l'anglès i el Siswati o idioma swazi.

Es tracta d'un país muntanyós amb colines, amb algunes zones planes

inclinades. Pel que fa al clima, es tracta d'una regió amb condicions meteorològiques molt diverses: a l'oest té un clima subtropical amb precipitacions molt abundants, cap a l'est es tracta d'un clima tropical semiàrid i, en la regió centreoriental és la zona més seca.

Malalties i medicines

Considerat el país menys saludable del món reflectit per l'estudi de Bloomberg del 2015, el qual volia determinar el nivell de salut de diferents països de més d'un milió d'habitants. Per duu a

terme l'estudi, es va basar en diversos factors com l'expectativa de vida, la mortalitat infantil i les malalties més rellevants en els territoris analitzats, entre altres.

Swazilàndia presenta retards significatius pel que fa a la salut degut a la falta de desenvolupament humà de la regió, tal i com es reflecteix en el document Report anual de 2014 de les Nacions Unides. L'esperança de vida en Swazilàndia no supera els 50 anys.

Amb un 40% de la població infectada de VIH, Metges Sense Fronteres a 2016 es va centrar en reduir la

transmissió d'aquesta malaltia i millorar l'atenció descentralitzada pels pacients amb VIH, tuberculosi i tuberculosi resistent als medicaments (TB-DR).

Prop de 20.300 pacients amb VIH estan en tractament antiretroviral de primera línia mentre que 1.300 pacients van iniciar el tractament contra la tuberculosi dels quals 310 són per la TB-MDR.

Legislació UAS

L'autoritat civil d'aviació de Swazilàndia marca les normes i lleis a seguir per la utilització de drons al país.

- Pes màxim: 1,5 kg
- El pilot sempre serà responsable del vol del vehicle
- Mantenir una distància respecte a les àrees de trànsit abundant

- Hi ha zones marcades com restringides on el vehicle no pot volar
- S'ha de mantenir allunyat dels aeroports
- Mantenir 50 m de distància amb les persones

3.6.2 Mètode de comunicació

Swazilàndia es un país amb poca infraestructura per l'atenció mèdica i amb una gran part de la població infectada amb el VIH o amb tuberculosi, per aquest motiu s'ha plantejat un sistema de comunicació entre els poblats amb el camp base de Huflight.

La idea consisteix en dotar els pobles amb un telèfon que tingui una tecla de marcat ràpid que estableixi comunicació directa amb el metge de l'hospital que fa el seguiment de la malaltia i estableix les dosis de medicaments.

Posteriorment, serà el metge qui determini l'estat del pacient i, en cas que sigui un cas d'emergència es posarà en contacte via SMS amb Huflight per tal que aquest preparari la dosi prescrita i l'envii al poblat.

En la imatge es pot veure la distribució dels hospitals al país, on a la part central hi ha un nombre considerable d'hospitals mentre que als extrems del país compten amb menys.

Swazilàndia es divideix en quatre districtes: Hhohho, Manzini, Shiselweni i Lubombo.



Figura 9: Ubicació hospitals Swazilàndia.

Font: Google Maps

Com a inici del projecte, Huflight ha establert una àrea d'actuació per veure el funcionament del servei i, a partir d'aquí anar ampliant a la resta del país. Aquesta àrea estarà basada en els districtes que s'han mencionat, escollint Lubombo per realitzar la primera implantació de l'empresa a Swazilàndia.

Un dels principals motius pels quals s'ha escollit Lubombo és perquè només disposa d'un hospital per tot el districte. Tenint en compte la dimensió del districte hi ha poca infraestructura mèdica per donar atenció mèdica a un espai extens. Per això, Huflight pot ser una bona eina de suport amb el servei que ofereix.

Metges Sense Fronteres va realitzar missions humanitàries a Swazilàndia al 2016, però cap en el Districte de Lubombo, per tant, aquest és un altre motiu per escollir-lo.

Huflight establirà tres camps base al districte de Lubombo. Aquests disposaran d'un magatzem amb medicines contra el VIH per poder abastir els diferents poblats propers al radi d'acció. En cas que algun dels camps es quedés sense existències el camp base principal compta amb l'hospital Lubombo Referral Hospital al costat per donar suport i el camp base situat més al sud té una farmàcia a prop.

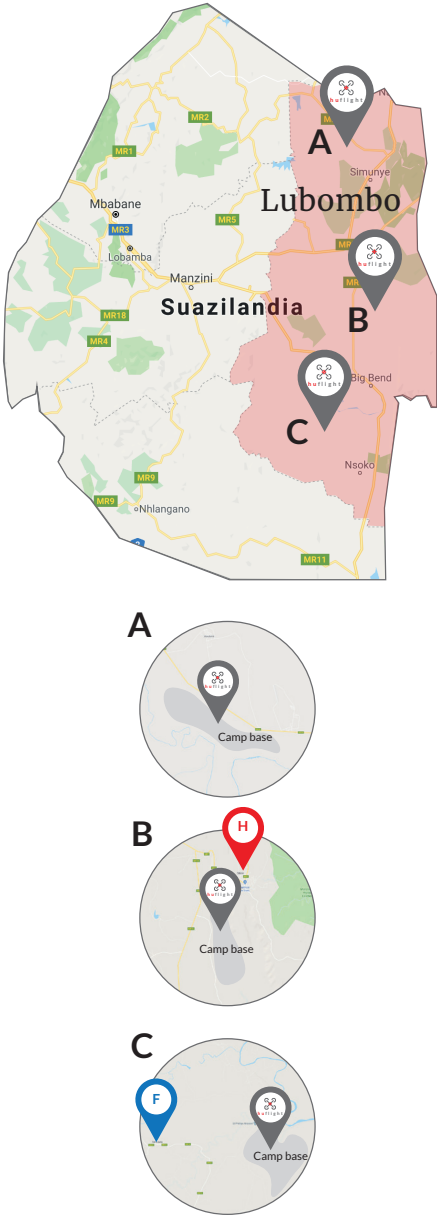


Figura 10: Ubicació camps base Huflight.

Font: Google Maps

Districte de Lubombo	
Superfície	5947 km ²
Població (2012)	200.455
Capital	Siteki

Amb l'objectiu de poder determinar l'autonomia que necessita el vehicle, s'han escollit diversos poblats del districte de Lubombo i s'ha mirat la distància existent entre el camp base de Huflight als poblats.

Cal tenir en compte que en el començament, s'aniran habilitant diferents poblats amb la comunicació via telefònica i, a mesura que es vagi establint el sistema s'anirà extenent a més poblacions.

A causa de la limitació d'autonomia dels drons s'han hagut de proposar tres camps base que permetran abastir a una gran part del districte. Els camps base establiran comunicació amb l'hospital central ja que és l'únic al districte i portarà la gran part del diagnòstic dels residents.

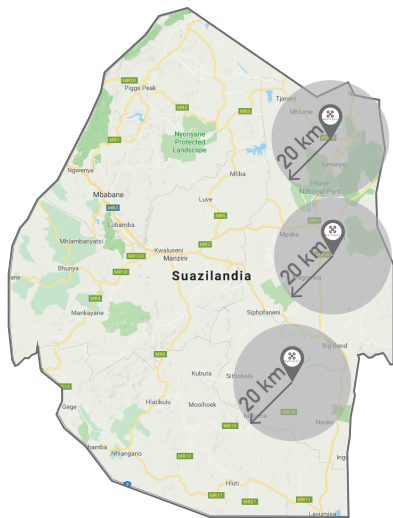


Figura 11: Radis d'actuació Huflight.
Font: Google Maps

Base A



Figura 12: Distància entre Tjaneni i Hluti.
Font: Google Maps

Tjaneni – Huflight	
Distància	18,42 km
Població	1.899 habitants

Base A



Figura 13: Distància entre Ngomane i Hluti.
Font: Google Maps

Ngomane – Huflight	
Distància	10,7 km
Població	3.902 habitants

Base B



Figura 14: Distància entre Mpaka i Huflight.

Font: Google Maps

Mpaka - Huflight

Distància **17.95 km**

Població **3.586 habitants**

Base C



Figura 16: Distància entre Nsoko i Huflight.

Font: Google Maps

Nsoko - Huflight

Distància **19.04 km**

Població **-**

Base B



Figura 15: Distància entre Magomba i Huflight.

Font: Google Maps

Magomba - Huflight

Distància **11.96 km**

Població **-**

Base C



Figura 17: Distància entre Sithobela i Huflight.

Font: Google Maps

Sithobela - Huflight

Distància **19.88 km**

Població **-**

4

FASE DE CONCEPTUALITZACIÓ

En aquest apartat es pretén realitzar la primera definició del producte a desenvolupar, veient les característiques que el defineixen així com la funció que ha de duu a terme.

Es comencen a definir els requeriments que ha de tenir el projecte, ha fer els primers testeigs i el primer anàlisi del prototip.





Proposta de valor

4.1

Hudron és un producte pensat per les poblacions sense recursos on no es pot accedir fàcilment i això fa que les poblacions quedin aïllades de la resta dificultant la intervenció a la zona. A més, Hudron actuarà en zones de pobresa on el nivell econòmic i de recursos és molt baix, per tant, es pretén ajudar a aquesta població a tenir accés a la salut mitjançant el subministrament de fàrmacs en moments d'urgència on no es pot accedir de cap altra manera.

Com s'ha dit, l'usuari/usuària és una persona malalta sense poder adquisitiu i, per tant, sense accés als medicaments.

El benefici clau que aportarà serà:

Proporcionar ajuda en cas d'emergència a una persona malalta resident en un lloc de difícil accés mitjançant un UAS amb els fàrmacs que necessiti.

Una forma de transport ràpida i segura que facilitarà la tasca. En els repartiments diaris amb transport terrestre, també es planteja utilitzar el dron per accedir a aquelles zones on no es pot accedir fins al punt d'entrega.

D'aquesta manera el temps de vol seria reduït i Hudron seria un suport per aquesta tasca rutinària.

Figura 18: Prototip Hudron.
Font: pròpia

4.2 Requeriments

4.2.1 Requeriments del projecte

- Ser capaç de transportar 1 kg de pes de medicaments en el paquet.
 - Tenir una autonomia de **40** km.
 - Duu a terme la seva funció de forma ràpida i segura.
 - Dimensions dels *payload* establertes per Huflight. Tot i que, les empreses farmacèutiques subministren les medicines amb el mateix *packaging* tant per les farmàcies com pels hospitals,
- Huflight modificarà els embolcalls per ajustar les dosis a les requerides pels malalts. Aquesta gestió es farà al camp base de Huflight segons la prescripció del metge.
- Mètode alliberació del paquet: des de l'aire un cop arribi al punt d'entrega.
 - Després de l'entrega del paquet el vehicle ha de tornar al campament base.

4.2.2 Requeriments del prototip

Els components necessaris per complir els requeriments del projecte són molt cars, s'ha optat per reduir els requeriments en el prototip funcional amb l'objectiu d'arribar a construir-lo i obtenir-ne una idea del producte final.

- Ser capaç de transportar 300 gr. de pes de medicaments en el paquet.
- Tenir una autonomia de 2 km.
- Duu a terme la seva funció de forma

ràpida i segura.

- Mètode alliberació del paquet: des de l'aire un cop arribi al punt d'entrega.
- Després de l'entrega del paquet el vehicle ha de tornar al campament base.
- Transportar un paquet amb les mesures de caixa especificades a l'apartat de *packaging*.

4.2.3 Mapa del producte

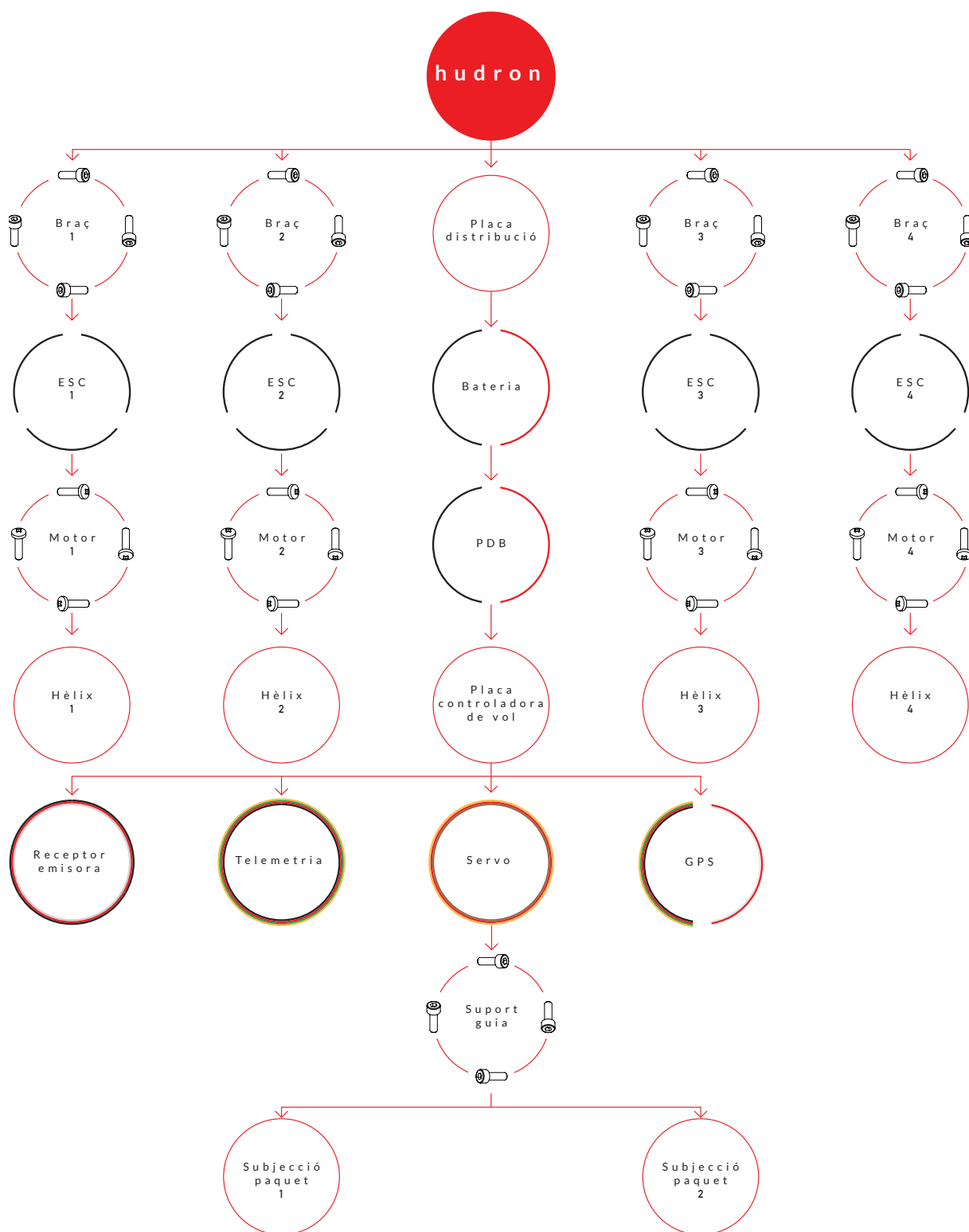


Figura 19: Mapa del producte Hudron.

Font: pròpia

4.3 Justificacions disseny

4.3.1 Sistema de subjecció del paquet

Requeriments disseny

- Ser capaç de transportar un paquet que contingui medicines (dosis reduïdes ja que està pensat per missions d'emergències).
- Incloure un mecanisme que permeti deixar anar el paquet sense haver d'aterrar al destí final.
- Que incorpori un paracaigudes al paquet per arribar a terra.
- Un paquet fàcil de muntar i manipular.
- Facilitat de col·locar el paquet al sistema.
- Ser estable.
- Assegurar la integritat del paquet.
- Reduir al màxim el pes del conjunt.
- Espai limitat.

Debilitats

- L'espai destinat per incorporar el paquet no ofereix grans possibilitats de dimensions.
- S'aprofita l'espai pensat per ubicar una càmera.
- El sistema del paquet pot ser inestable ja que la base no és gaire ample a causa de l'espai disponible.
- La pressió de l'aire sobre els elements de subjecció pot generar una resistència en contra de la direcció de moviment.

Fortaleses

- El paquet que s'ha de transportar no ha de ser molt voluminós donat que es pel transport de medicines.
- El pes del paquet no és elevat donat que el contingut és una dosi de medicaments en cas d'emergència.
- Estructura robusta i resistent.
- Aprofita l'estructura i els forats de la placa de distribució inferior per acoblar-se amb cargols i femelles, sense la necessitat de crear o fer expressament un sistema de subjecció.

Amenaces

- Empreses reconegudes internacionalment estan treballant per desenvolupar vehicles pensats pel comerç amb drons.
- Diverses organitzacions de caràcter humanitari estan emprant la tecnologia dels UAS per transportar suport humanitari com bosses de sang, mostres, aliments i medicines entre altres.
- Un gran nombre de *startups* està entrant en el món dels vehicles aeris autònoms per accedir a zones remotes.

Oportunitats

- La pròpia empresa que fabrica el model de vehicle F450 no fabrica cap accessori que permeti el transport d'un paquet.
- Actualment al mercat, no hi ha gaire oferta de vehicles amb l'objectiu de transportar paquets.
- Encara falta per desenvolupar aquesta tecnologia i fabricar vehicles autònoms que puguin recórrer grans distàncies en un temps reduït.

4.3.2 Carcassa protectora

Requeriments disseny

- Ser lleugera.
- Aprofitar els forats de la placa de distribució inferior per subjectar la carcassa.
- Assegurar l'estabilitat del projecte.
- Permetre l'accés als components electrònics.
- Protegir el conjunt de caigudes, cops o accidents.

Debilitats

- Afegeix pes al vehicle.
- És difícil accedir a connectar la bateria tot i que es plantegi un conjunt de dues parts.
- El disseny de la forma crea inestabilitat en l'aeronau.
- Els ancoratges pateixen degut a la pressió de l'aire sobre el conjunt.

Fortaleses

- Aprofita els forats de la placa de distribució inferior per subjectar-la.
- Estructura capaç de resistir els cops i caigudes.
- Mantenir el conjunt de components electrònics en bon estat.
- Estructura compactada i més hermètica.
- Tots els components estan resguardats.

Amenaces

- És possible que la carcassa no sigui favorable a l'hora de volar degut a la forma.
- Grans empreses amb tecnologia més avançada poden ser capaços de dissenyar una carcassa pràctica alhora que resistent.

Oportunitats

- L'empresa DJI, fabricant del model F450 no ofereix cap carcassa per aquest model de vehicle.
- Realitzar una carcassa amb forma aerodinàmica.
- Fer un producte innovador que afavoreixi al vol del vehicle.
- Augmentar la vida útil del vehicle gràcies a la protecció dels components electrònics.

4.4 Formalització de producte

S'ha realitzat un prototip del conjunt del paquet per veure si el disseny plantejat era una bona solució. Amb l'objectiu de poder determinar si és una opció correcte s'ha establert un diagrama de flux que permet analitzar els punts bàsics de tot producte.

Consisteix en determinar si el producte fa la funció i, en cas que la resposta sigui negativa, s'ha de saber si es pot identificar el què falla.

El prototip que s'ha realitzat fa la funció per la qual es va dissenyar però es podria millorar, per tant, a continuació s'identificaran els problemes que apareixen i es plantejaran possibles solucions a aquests.

D'aquesta manera es podrà arribar a saber les millores i modificacions que cal aplicar al disseny per convertir-lo en un component pràctic i útil.

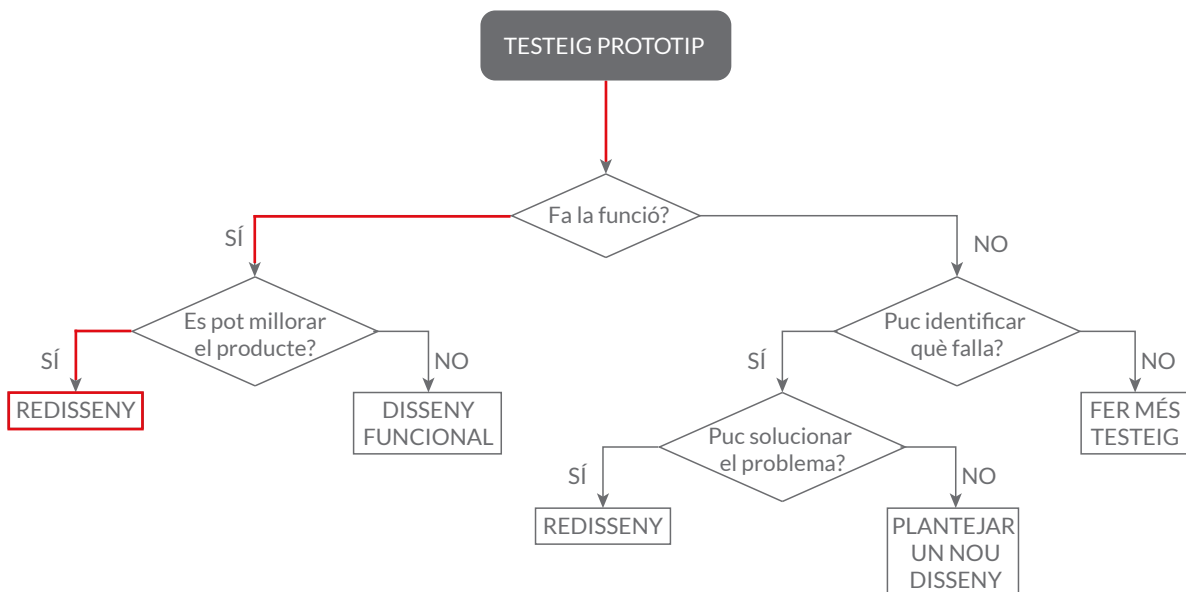


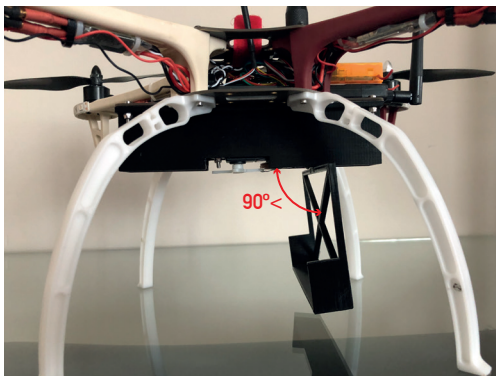
Figura 2o: Diagrama de flux testeig prototip.

Font: pròpia

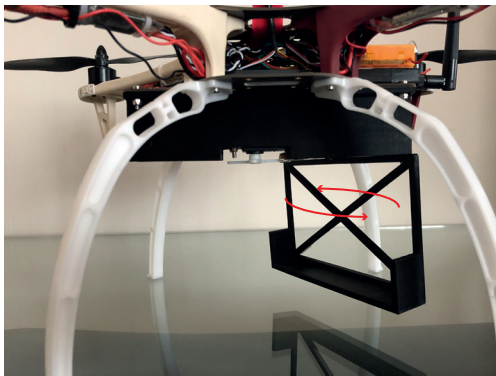
4.4.1 Identificació de problemes



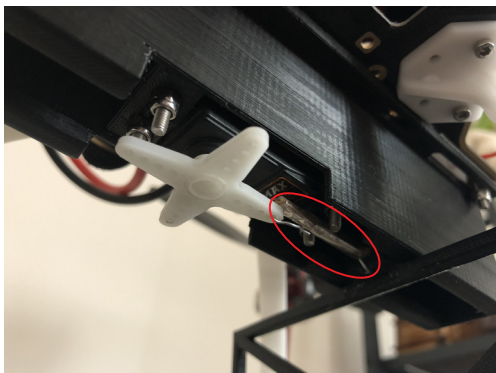
Les peces impreses en 3D no llisquen bé.



La part del component de subjecció del paquet que es col·loca dins la guia té molt poca base, per tant, les peces no queden perpendiculars a la guia principal. Això fa que la base on va col·locat el paquet tingui una petita inclinació no favorable al transport del mateix.



Les peces giren sota l'acció del servo.



La guia principal interfereix amb la connexió al servo, per tant quan gira pot ser que no arribi a alliberar el paquet del tot.

4.4.2 Solucions proposades

Les peces impreses en impressió 3D no llisquen bé.	<p>Deixar més marge en les mesures per tal que les peces puguin encaixar fàcilment i alhora no requereixin de gaire força per desplaçar-se.</p> <p>Aplicar una resina o oli a les peces per fer les superfícies lliscants.</p>
Les peces de subjecció del paquet no queden perpendiculars a la guia principal.	<p>Ampliar la base que es col·loca dins la guia per donar més estabilitat a la peça i d'aquesta manera quedi perpendicular.</p> <p>A més, ampliar la base servirà per fer de límit quan el mecanisme s'activi. S'ha de tenir en compte l'amplada de la base haurà de ser més petita que la distància existent entre les parets de la guia principal per poder encaixar.</p>
Les peces giren sota l'acció del servo.	<p>Aquest problema es podria solucionar amb l'anterior ampliant la base. Aquest punt seria qüestió de fer proves per comprovar si és factible o no aquesta solució.</p>
La guia principal interfereix amb la connexió al servo, per tant quan gira pot ser que no arribi a alliberar el paquet del tot.	<p>Alliberar la zona lateral de la guia principal propera al servo, per tal que no hi hagi interferències amb el filferro i que aquest no s'hagi de deformar per poder passar. Una altra opció podria ser posar cargols més curts perquè és un dels motius de la interferència.</p> <p>També, es podria plantejar fer una peça rígida en impressió 3D similar a un passador amb dos forats als extrems que es subjectessin per un costat al servo i per l'altre a la peça de subjecció del paquet. Amb la peça rígida s'asseguraria la longitud del desplaçament i una unió forta entre ambdós components.</p>

4.4.3 Check list requeriments del disseny

- ✓ Ser capaç de transportar un paquet que contingui medicines (dosis reduïdes ja que està pensat per missions d'emergències).
- ✓ Incloure un mecanisme que permeti deixar anar el paquet sense haver d'aterrar al destí final.
- ✓ Que incorpori un paracaigudes al paquet per arribar al terra.
- ✓ Un paquet fàcil de muntar i manipular.
- ✗ Facilitat de col·locar el paquet al sistema.
- ✓ Ser estable.
- ✓ Assegurar la integritat del paquet.
- ✓ Reduir al màxim el pes del conjunt.
- ✓ Espai limitat.

4.4.4 Conclusions primer testeig

Després d'analitzar els problemes que han sorgit un cop s'ha fet el prototip en impressió 3D i veure si s'han complert els requeriments inicials de disseny que es plantejaven es pot concloure que alguns dels problemes no s'havien previst en l'etapa de desenvolupament del disseny.

A més, alguns d'aquests problemes no han aparegut fins que no s'ha fet un testeig del prototip, això reafirma que el prototip està pensat perquè sorgeixin tots els punts que no s'havien

tingut en compte anteriorment amb l'objectiu de resoldre'ls.

Pel que fa a les solucions proposades, seria possible afegir-les al disseny proposat amb l'objectiu de fer un segon prototip i testear-lo a veure si realment el que es proposa és una bona solució i ressol els problemes plantejats. No obstant això, es podria donar que amb aquest segon prototip sorgeixin altres problemes que fins ara no s'havien tingut en compte.

4.4.5 Implementació solucions proposades

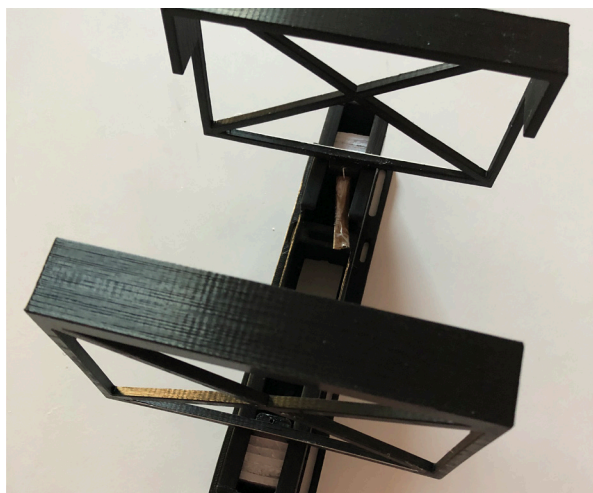
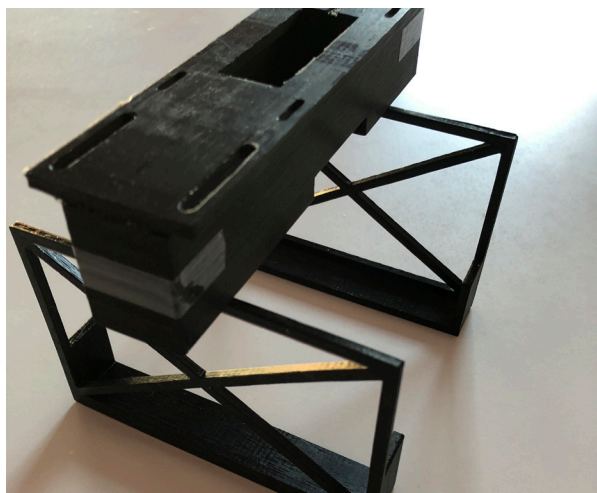
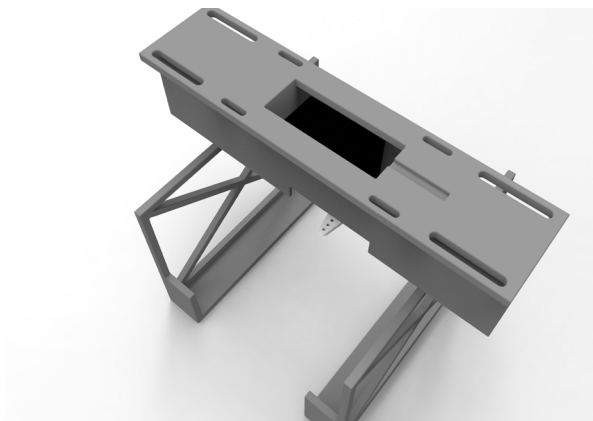
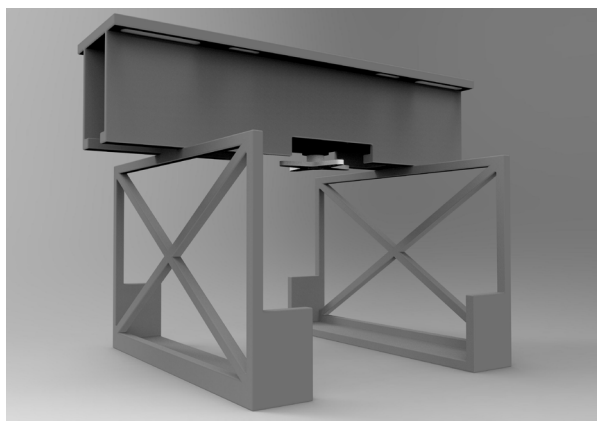
S'ha modificat el primer prototip per tal de millorar la funcionalitat d'aquest. S'han tallat els dos extrems de la peça de manera que queda una obertura que permet l'entrada de la subjecció del paquet i, per tant, ha permès ampliar la base per veure si es podia millorar l'estabilitat del paquet.

Com s'ha proposat a les possibles solucions s'ha ampliat la base en 7.5 mm. Aquesta acció fa que les peces

quedin més perpendiculars respecte la guia.

Pel que fa a la interferència, s'ha optat per provar amb uns cargols més curts de manera que ja no afecten al pas del filferro. També s'ha fet una peça més rígida amb cartró ploma.

Cal comentar que el prototip s'ha modificat per incorporar les millores mencionades i s'ha fet utilitzant cartró ploma com a material.



4.4.6 Conclusions segon testeig

El segon testeig s'ha fet amb les modificacions proposades en els punts anteriors. Aquest testeig ha sigut un èxit ja que el paquet ha caigut perfectament quan les peces de subjecció s'ha obert.

El fet d'haver augmentat la base ha fet que les peces no giressin i es mantinguessin rectes després de l'actuació del servo. La inclinació que tenien de més de 90° no s'ha pogut corregir completament, però les peces fan la seva funció.

S'han fet quatre vols de prova: el primer ha sigut perfecte, el paracaigudes s'ha desplegat i ha caigut en el moment que el servo s'ha obert.

En el segon vol, el paracaigudes s'ha

desplegat en ple vol i això ha creat una força que ha fet que el paracaigudes caigués. En el tercer vol el paquet ha caigut però el paracaigudes no ha acabat d'obrir-se.

No obstant això, el quart vol ho ha tornat a fer correctament. Quan no s'ha fet correctament ha sigut per factors externs al vehicle com el paracaigudes, per tant, això seria un problema en la disposició d'aquest element en el vehicle.

Tot i això, el disseny de les peces no és del tot funcional i s'hauria de fer un replantejament per fer-les més accessibles i fàcils d'utilitzar. El paquet encara costa de col·locar i això s'hauria d'evitar, ja que el procés ha de ser ràpid i àgil.

5

DESENVOLUPAMENT DEL PRODUCTE

El producte desenvolupat s'anomena Hudron. Es tracta d'un vehicle aeri capaç de portar un paquet amb medicaments a zones remotes i de difícil accés.

Es tracta del model F450 de DJI modificat i adaptat al projecte. S'ha afegit el mòdul del *payload* per poder transportar un paquet i s'han afegit components electrònics necessaris per poder fer les missions correctament.





Figura 21: Prototip Hudron preparat per una missió.
Font: pròpia

La proposta tècnica escollida és un quadrocòpter en forma d'X que és resistent i permet la incorporació del sistema del subjecció del paquet a transportar. Per subjectar aquest sistema al vehicle s'han aprofitat els forats de l'estructura.

El sistema del *payload* dissenyat es tracta d'una guia principal que permet la col·locació del servo al centre, element electrònic connectat a la placa que controla l'obertura i tancament de les peces de subjecció. La guia va acompanyada de dos peces de subjecció que aguanten el paquet fins al punt d'entrega.

En aquestes peces s'han deixat obertures per tal de no generar una resistència major a l'aire. Disposen d'una base per poder aguantar la capsa i en els laterals disposen d'unes barreres perquè el paquet no es mogui del lloc.

Aquest sistema de subjecció del paquet permet transportar quatre mesures diferents de capsa ja que és regulable, per tant, la proposta escollida és modular i adaptable a les necessitats de la quantitat a transportar.

Pel que fa al conjunt, s'han distribuït els components amb l'objectiu de protegir-los de cops o caigudes. Per aquest motiu la placa controladora i les connexions estan ubicades a la placa de distribució inferior.

5.1 Definició tècnica de components

5.1.1 Taula de referències components

PECES

Estructura	1000000	Placa de distribució inferior
	1000001	Placa superior
	1000002	Tren d'aterratge
	1000003	Braç blanc
	1000004	Braç vermell
Suport	1001000	Base inferior
	1001001	Base superior
	1001002	Fixació regulable
	1001003	Eix
Subjecció paquet	1002000	Guia principal
	1002001	Subjecció paquet
Elements per volar	1003000	Hèlix sentit horari
	1003001	Hèlix sentit antihorari

ELECTRÒNICA

Essencials	2000000	Variador de velocitat Bheli T-motor
	2000001	Motor a dretes MT2212
	2000002	Motor a esquerres MT2212
	2000003	Placa controladora de vol APM 2.6
	2000004	Bateria Li-Po Tatuú 2300 mAh 3S 11,1 V
	2000005	Receptor emissor R615X DSM2
	2000006	Micro placa de potència doble regulador

Extres	2001000	Telemetria 915MHz
	2001001	GPS U-blox NEO 7M
	2001002	Servo EMAX ES3001 Analògic
	2001003	Accessori servo

CARGOLS

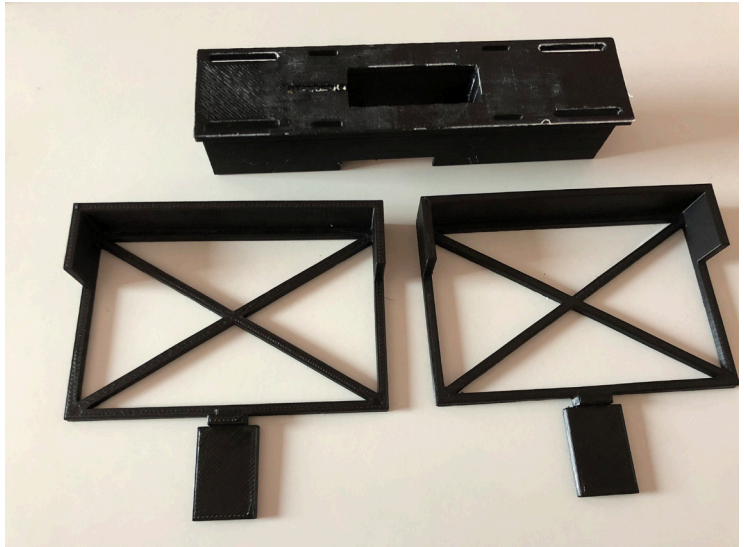
Cargols	3000000	DIN 912 M2.5x6 mm
	3000001	DIN 912 M2.5x8 mm
	3000002	DIN 912 M2.5x12 mm
	3000003	DIN 912 M3x12 mm
	3000004	DIN 7985 M2x8 mm
	3000005	DIN 913 M2.5x3 mm
Femelles	3001000	DIN 985 M2.5
	3001001	DIN 985 M3

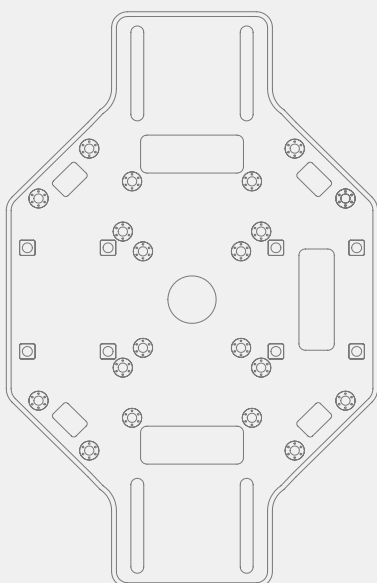
CABLES I CONNECTORS

Cables	4000000	Cable PVC 4 mm de secció 1 m
	4000001	Cable PVC 1mm de secció 1 m
	4000002	Termoretràctil 5mm de secció
Connectors	4001000	XT-60 Femella
	4001001	Parella connector banana 5 mm

SUBJECCIONS

Fixes	5000000	Cinta adhesiva doble cara
	5000001	Brida 5,2x200 mm





1000000

Placa de distribució inferior

Funció

Component que forma part de l'estructura principal, a més de permetre el pas de corrent per part de la bateria als diferents components que es connecten a ella.

Materials

PCB (placa de circuit imprès)

Circuits Coure

Base FR-4 (làmina composta de fibra de vidre trenada, brom i resines d'epoxi)

Procés de fabricació

El patró del circuit es grava amb un **procés fotogràfic**. Després de ser exposat a la llum a través d'un filtre fotogràfic es sotmeten a un **atac químic** de clorur fèrric.

Unions

Placa distribució inferior - tren aterratge - braç



DIN 912 M2.5x8 mm
(Ref. 3000001)

Placa distribució inferior - placa controladoravol/PDB/telemetria



Cinta adhesiva doble cara (Ref. 5000000)

Cost

	Preu
Placa distribució	7 €
DIN 912 M2.5x8	0,135 €
Cinta adhesiva	0,495 €

Materials

Placa superior

Base **FR-4 (làmina composta de fibra de vidre trenada, brom i resines d'epoxi)**

Procés de fabricació

El procés de fabricació és el mateix emprat per fer la placa de distribució inferior.

Unions

Placa distribució superior - braç / conjunt suport GPS



DIN 912 M2.5x6 mm
(Ref. 3000000)

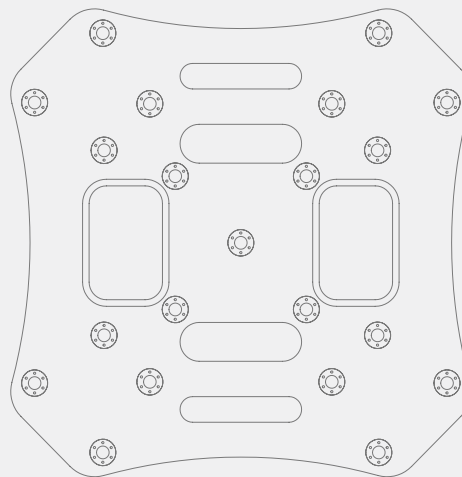
Placa superior - bateria



Brida 2,5 x 200 mm
(Ref. 5000001)

Cost

	Preu
Placa superior	6 €
DIN 912 M2.5x6	0,13 €
Brida	0,04 €

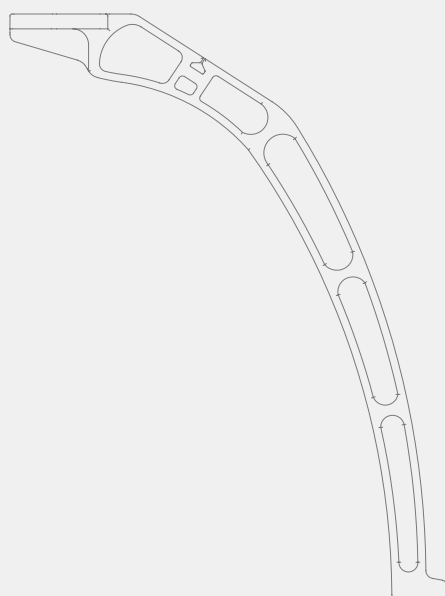


1000001

Placa superior

Funció

Forma part de l'estructura principal, fent-la rígida i resistent a les caigudes. A més serveix per poder subjectar els braços del vehicle així com col·locar la bateria i el suport pel GPS. La seva funció és estructural i donar consistència al vehicle.



1000002

Tren d'aterratge

Funció

Aquest component permet augmentar la distància entre el terra i el cos del vehicle. En el cas de Hudron és necessari per gunyar espai per col·locar el paquet.

Materials

Tren aterratge

Estructura Nylon (PA6)

Procés de fabricació

Procés per injecció, requereix d'un motlle amb la forma del component. Procés on el material fos passa a través d'un filtre al motlle.

Unions

Tren aterratge - placa distribució inferior - braç



DIN 912 M2.5x8 mm
(Ref. 3000001)

Cost

Preu

Tren aterratge

1,5 €

Materials

Braç			
Estructura	Nylon PA66)	reforçat	(GF

Procés de fabricació

Procés per injecció, a l'igual que el tren d'aterratge, però en aquest cas amb un nylon reforçat.

Unions

Braç - placa superior - conjunt suport GPS



DIN 912 M2.5x6 mm
(Ref. 3000000)

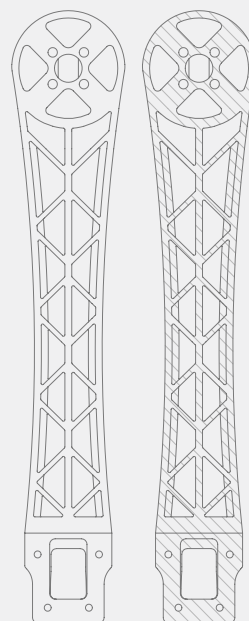
Braç - placa distribució inferior - tren aterratge



DIN 912 M2.5x8 mm
(Ref. 3000001)

Cost

	Preu
Braç	6 €



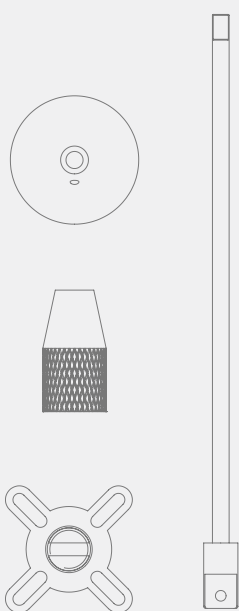
1000003

1000004

Braç blanc i vermell

Funció

Tenen una funció estructural molt rellevant en el conjunt del vehicle, donat que han de garantir que els vectors de propulsió són paral·lels a qualsevol nivell de potència de la forma més lleugera possible.



1001000 - 1001003

Conjunt suport GPS

Funció

El suport permet elevar el GPS de la base del vehicle per tal que el camp magnètic generat pels motors no creï interferències amb el mòdul GPS. D'aquesta manera, el GPS serà més fiable i precís.

Materials

Conjunt suport GPS

Estructura Aliatge d'alumini

Procés de fabricació

Aquest conjunt s'obté mitjançant el **tornejat CNC**, que utilitza el torn controlat per ordinador mitjançant el control numèric.

Unions

Conjunt suport GPS - placa superior - braç



DIN 912 M2.5x6 mm
(Ref. 3000000)

Conjunt suport GPS - GPS



Cinta adhesiva doble cara (Ref. 3000001)

Cost

	Preu
Conjunt suport GPS	12,5 €

Materials

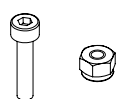
Guia principal	
Estructura	PLA de color negre
Subjecció paquet	
Estructura	PLA de color negre

Procés de fabricació

Impressió 3D. La guia principal necessita d'un reforç intern per poder imprimir-la ja que sinó la part interna no es podria imprimir.

Unions

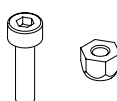
Guia principal - placa distribució



DIN 912 M2.5x12 mm
(Ref. 3000002)

DIN 985 M2.5
(Ref.3001000)

Guia principal - placa distribució

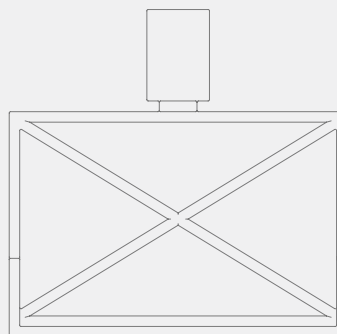
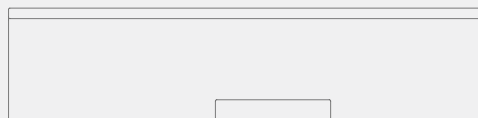


DIN 912 M3x12 mm
(Ref. 3000003)

DIN 985 M3
(Ref.3001001)

Cost

	Preu
Guia principal	25 €
Subjecció paquet	15 €
DIN 912 - 985 M2.5	0,255 €
DIN 912 - 985 M3	0,255 €



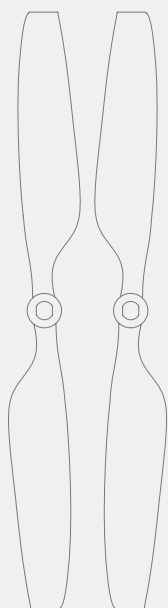
1002000

1002001

Guia principal i subjecció paquet

Funció

Permet transportar un paquet que conté medicines. A més, compta amb la integració d'un servo com a mecanisme per deixar anar el paquet sense haver d'aterrar al destí final. La funció principal és mantenir la integritat del producte i deixar-lo anar un cop s'arriba al punt d'entrega.



1003000
1003001

**Hèlix sentit horari i
antihorari**

Funció

Les hèlixs són un dels components essencials per volar. Al igual que l'ala d'un avió, quan avancen creen un diferencial de pressió local que provoca l'elevació del vehicle. Degut a la conservació del moviment angular, n'hi ha d'haver dos en sentit horari i dos en sentit antihorari.

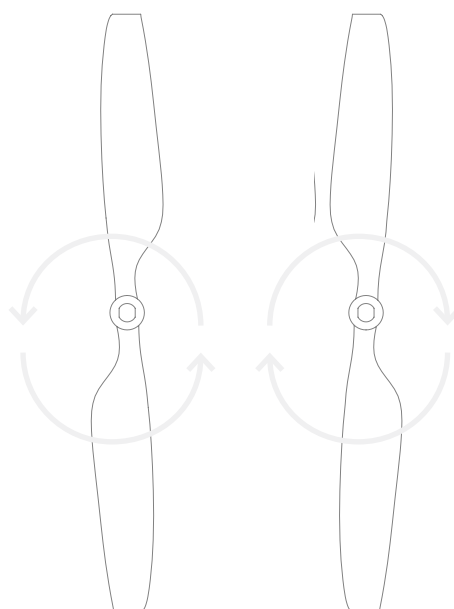
Característiques

Hèlix fibra de carboni 1045

Dimensions 10"x4.5 mm

Pes 30 g

Precaucions



- Col·locar bé les hèlixs segons el sentit de gir.
- Retirar-les si s'estan fent proves amb el vehicle a prop.
- No apropar-se quan el vehicle està funcionant.

Cost

	Preu
Hèlix	6,75 €

Característiques

T-motor F 30A V2 6S Dshot
Dimensions 30,5 x 15x 5 mm
Pes 6,6 g
Cel·les LiPo 2-6 S
Amperatge 30 A

Precaucions

- Realitzar les soldadures correctament.
- No hi pot haver filaments dels cables que es toquin perquè trenaran el variador.
- Si al connectar la bateria algun variador pita, pot ser degut a que s'ha trencat.
- És molt important calibrar els variadors abans del primer vol. Això es pot fer de diverses maneres, però la més normal és amb l'emissora.
- Comprovar que tots els motors girin abans de volar.

Cost

	Preu
Variador de velocitat	17,98 €



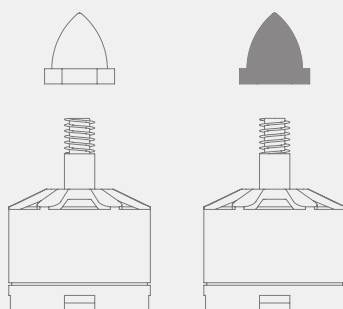
2000000

Variador de velocitat

Funció

Encarregat de dir-li al motor la velocitat a la qual ha de girar, són capaços de canviar la direcció de gir del motor.

És molt important que abans del primer vol s'hagin calibrat correctament i hagin après quin és el màxim i mínim de potència.



2000001

2000002

Motor a dretes i esquerres

Funció

El motor és un dels elements fonamentals que permeten el vol de l'aeronau. Transformen l'energia elèctrica que els hi arriba en un moviment circular que transmeten a les hèlixs creant una empenta que fa que el vehicle s'elevi.

Característiques

MT2212 II-900KV
Diàmetre 27,9 mm
Pes 50 g
Voltatge 11,1 V
Thrust 640 g
Intensitat 9,5 A (100%)

Precaucions

- Fer una revisió als motors abans de volar.
- Revisa que els motors estiguin nets i lliures de pols.
- Abans de volar comprovar el correcte gir dels motors. Si no estigués correcte es canvien dos cables del variador i el sentit de gir serà el contrari.
- Un cop s'ha acabat de volar, toca els motors amb els dits i comprovar que no estiguin calents.
- Posar una mica d'oli per engrèixar els motors.

Cost

	Preu
Motor	12 €

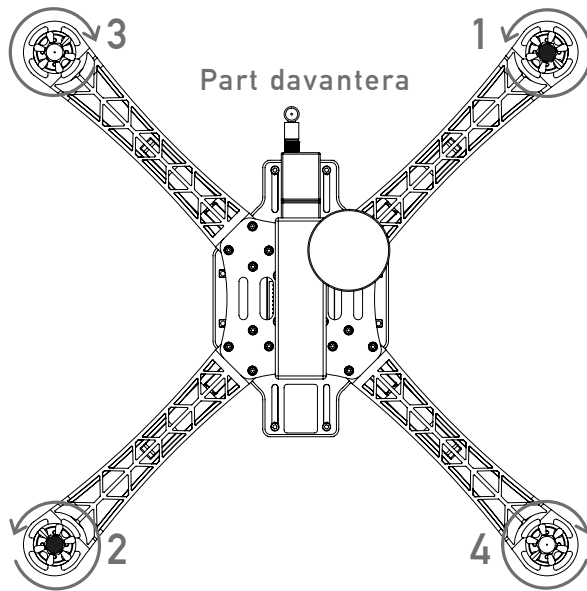


Figura 22: Sentit de gir dels motors.

Font: pròpia

Els motors en les diagonals tenen el mateix sentit de rotació, contrari als de l'altre diagonal per tal de conservar el moment angular. Si no es fa així, el vehicle rotaria de forma inestable i seria impossible de controlar.

La numeració marcada s'ha d'utilitzar a l'hora de connectar els cables dels variadors de velocitat a la placa controladora de vol per tal que es puguin entendre i funcionar correctament els motors quan es donin ordres.

Els motors poden suportar com a màxim un pes de 2,56 kg. S'utilitzarà entre 70% - 85% de potència dels motors perquè és més eficient energèticament.

Si el pes total del vehicle és igual a 2,56 kg, l'aeronau no s'eleva ja que l'acceleració serà 0 m/s² com es demostra utilitzant la suma de forces en l'eix vertical.

Per un pes del vehicle d'1,2 kg més un paquet que transporta 300 gr. (0,3 kg) es calcula l'acceleració que tindrà l'aeronau.

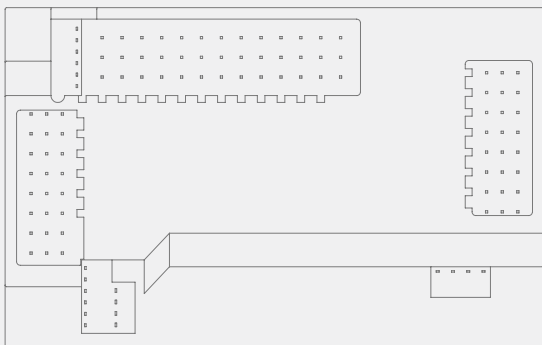
$$640 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0,640 \text{ kg}$$

$$0,640 \text{ kg} \times 4 \text{ motors} = 2,56 \text{ kg total thrust}$$

$$2,56 \text{ kg} \times \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = 25,088 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F &= m \times a \\ T_{\text{total}} - W &= m \times a \\ a &= \frac{T_{\text{total}} - W}{m} = \frac{2,56 \times g - m \times g}{m} = \\ &= \frac{2,56 \times g - 2,56 \times g}{2,56} \\ a &= g - g = 0 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F &= m \times a \\ T_{\text{total}} - W &= m \times a \\ a &= \frac{T_{\text{total}} - W}{m} = \frac{2,56 \times g - m \times g}{m} = \\ &= \frac{2,56 \times 9,8 - 1,5 \times 9,8}{1,5} = 6,9 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$



2000003

Placa controladora de vol

Funció

Component que controla el vehicle, reb les ordres per part del control remot, les processa i les transmet als diferents elements del conjunt. A més, fa una recollida de dades que permet saber la posició del vehicle, controlar la velocitat dels motors, dels giroscopis i acceleròmetres.

Característiques

APM 2.6

Dimensions 70,5x45x13,5 mm

Pes 30 g

Precaucions

- S'ha de tapar el baròmetre, normalment amb una espuma opaca (s'ha de comprovar que el material no tingui conductivitat) que hi ha a l'interior de la placa controladora. Li afecta la llum, per tant, quan està volant qualsevol raig de llum desestabilitza l'aeronau.
- És important alimentar la placa controladora, ja sigui a través dels variadors de velocitat com d'una PCB.

Cost

	Preu
Placa controladora	41,95 €

Característiques

OrangeRX R615X DSM2 6Ch 2,4

GHz w/CPP

Dimensions 43 x 22 x 13 mm

Pes 13 g

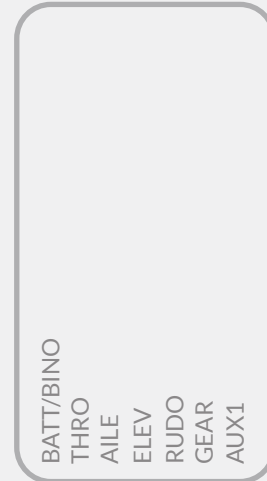
Canals 6

V Entrada 3,7 - 9,6V

Antena 25 mm

Precaucions

- Realitzar les connexions correctament. En cas que no es faci bé, es trencarà el component i s'haurà de posar un de nou.
- Comprovar que el receptor entén les ordres dels comandaments de l'emissora correctament. (Comprovació canals emissora)



2000005

Receptor emissor

Funció

Encarregat d'establir una comunicació amb l'emissora qui executa i transmet les ordres. El receptor les comunica a la placa controladora de vol encarregada de processar-les i comunicar-les a la resta de components.

Cost

	Preu
Receptor emissor	10,72 €

**Li-Po 3S 45C
2300 mAh**

2000004

Bateria Li-Po

Funció

Sense aquest component el vehicle no pot funcionar ja que s'encarrega de generar l'energia necessària per que el vehicle pugui duu a terme la seva funció.

Característiques

Li-Po Gensace TATUU
(Liti Polímer)

Dimensions 105 x 33 x 22 mm

Pes 183,2 g

Capacitat 2300 mAh

Voltatge 3S (11,1V)

Descàrrega (C) 45

Precaucions

- Carregar la bateria sempre abans del primer ús.
- Mai s'ha de deixar descarregar del tot.
- S'ha d'esperar 5-10 minuts després d'utilitzar-la per poder carregar-la.
- Comprovar la càrrega d'emmagatzematge amb un mesurador de voltatge per cel·la.
- Connectar el mesurador de voltatge a la bateria abans de volar així avisarà quan li quedi poca bateria.
- Supervisar la bateria mentre s'està carregant.

Cost

	Preu
Bateria Li-Po	29,9 €

Càlculs

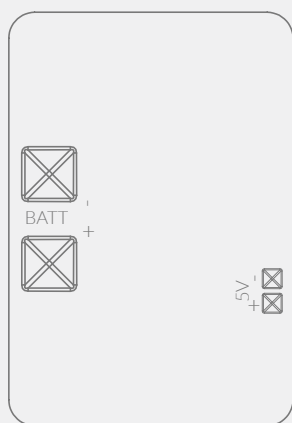
El temps de vida del vehicle es pot saber fent un càlcul coneixent l'amperatge que consumeixen els motors i l'amperatge x hora de la bateria seleccionada.

$$9,5 \text{ A} \times 4 \text{ motors} = 38 \text{ A}$$

$$\text{Consum dels motors al 70\%: } \frac{70}{100} \times 38 \text{ A} = 26,6 \text{ A}$$

$$\text{temps} = \frac{2300 \text{ mAh}}{22,8 \text{ A}} \times \frac{1 \text{ A}}{1000 \text{ mA}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}$$

$$\text{temps} = 6,05 \text{ minuts} \sim 6 \text{ minuts}$$



2000006

Micro placa de potència

Funció

Es tracta d'un regulador de potència que permet extreure energia de la bateria i convertir-la a un voltatge més baix que fa que es pugui alimentar la placa controladora de vol.

En el cas que no es tinguis una placa de distribució, els variadors es podrien connectar també a aquesta placa per ser alimentats.

Característiques

Micro placa de potència doble regulador lineal 5V 12V (PDB)

Dimensions 32 x 22 mm

Pes 3,5 g

Cables secció 1mm PVC

Precaucions

- Realitzar les soldadures correctament en el lloc que pertoca. A prop de la zona de la soldadura hi ha una resistència si aquesta es crema, el component ja no serveix.
- Disposen d'uns LEDS per saber si la placa funciona.
- Si el component està a prop de components que condueixen l'electricitat cal aïllar la placa mitjançant una cinta de doble cara, per exemple.

Cost

	Preu
PDB	6,9 €

Característiques

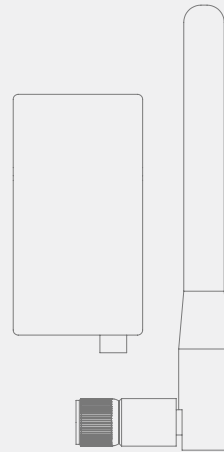
Mòdul telemetria 915 Mhz
100 mW APM
Dimensions 47,5 x 25 x 12 mm
Pes 10 g
Protocol Mavlink
Abast màx. 1,8 km

Precaucions

- A molta distància es pot perdre la comunicació amb el vehicle.
- Seleccionar el port correcte a l'estació de control per poder comunicar-se amb el vehicle sense haver de connectar-lo.
- Comprovació a l'estació de terra que tant l'antena connectada al vehicle com la de l'estació de terra estan connectades.
- Cal tenir en compte que, a vegades les ordres poden tenir un retard en produir-se al vehicle.

Cost

	Preu
Telemetria	35 €



2001000

Telemetria

Funció

Element que serveix per establir connexió entre el vehicle i l'estació base de control sense la necessitat de connectar l'aeronau directament. Permet modificar la configuració del vehicle així com comunicar-li rutes a seguir.



2001001

GPS

Funció

Permet conèixer la localització aproximada del vehicle. També, serveix per poder marcar-li al vehicle una ruta amb diversos punts GPS per a que la segueixi.

Gràcies al GPS es pot marcar una altura i obligar al vehicle a mantenir-la.

Característiques

GPS U-blox NEO 7M
Dimensions 150 x 100 x 20 mm
Pes 40,8 g
Tensió aliment. 3,5 - 5,5 V
Brúixola Sí

Precaucions

- El GPS ha d'estar ben calibrat perquè sinó en els modes de vol amb GPS el vehicle serà inestable.
- Abans de volar, esperar que el dron agafi 7 satèl·lits com a mínim.
- En zones amb molts edificis al voltant o obstacles és possible que la senyal no arribi bé i el GPS no funcioni.

Cost

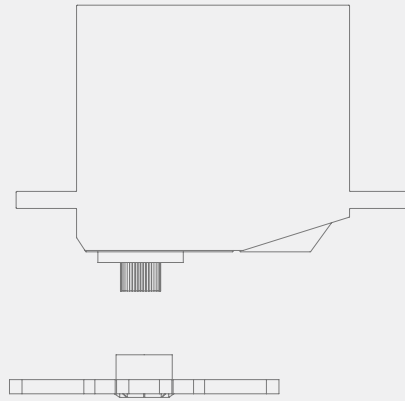
	Preu
GPS	15,99 €

Característiques

Servo EMAX ES3001 Analògic
Dimensions 39 x 19 x 35 mm
Pes 37 g
Voltatge 4,8 - 6 V
Torque 3,2 / 4,2 kg.cm
Velocitat 0,17/0,14 s/60°

Precaucions

- Determinar correctament la quantitat de gir que es vol aplicar.
- Comprovar que el servo no està tapat amb cap objecte ni té obstacles al voltant, per evitar, posicions de bloqueig.
- Ha de tenir ventilació per tal que no s'escalfi i es faci malbé.



2001002
2001003

Servomotor amb accesoris

Funció

El servomotor transforma l'energia que li arriba en un moviment circular en el qual es pot determinar la quantitat de gir que es vol realitzar.

Cost

	Preu
Servo	6,25 €

5.2 Viabilitat del projecte

En aquest punt s'analitzarà quina bateria i quins motors requereix Hudron per poder volar els 60km de distància que s'han marcat prèviament segons l'anàlisi a la zona d'actuació.

Tot i que els components tractats anteriorment corresponen als que s'han emprat al prototip, es poden utilitzar al model Hudron perquè compleixen els requisits marcats.

5.2.1 Anàlisi actuació dron

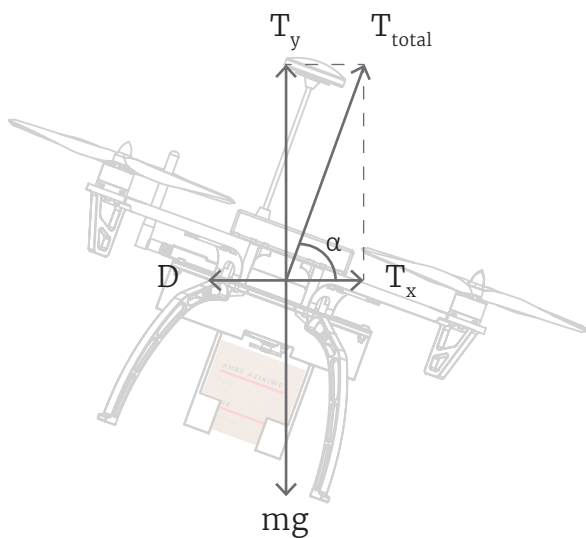


Figura 23: Descomposició forces sobre el vehicle.

Font: pròpia

T_{total}	Thrust total
T_x	Component horitzontal thrust total
T_y	Component verital thrust total
D	Força resistència a l'aire
α	Angle d'atac
m	Massa
g	Gravetat

A altes velocitats,

$$T_x = T_{total} \times \cos \alpha = D$$

Quan la velocitat en l'eix horitzontal equival a 0 m/s^2 , el vehicle està parat, per tant, l'angle d'atac és 90° .

$$V_x = 0 \text{ m/s}^2$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$T_{total} = m \times g$$

$$T_{total} = 2,2 \text{ kg} \times 9,8 \text{ N/kg}$$

$$T_{total} = 21,56 \text{ N} \sim 22 \text{ N}$$

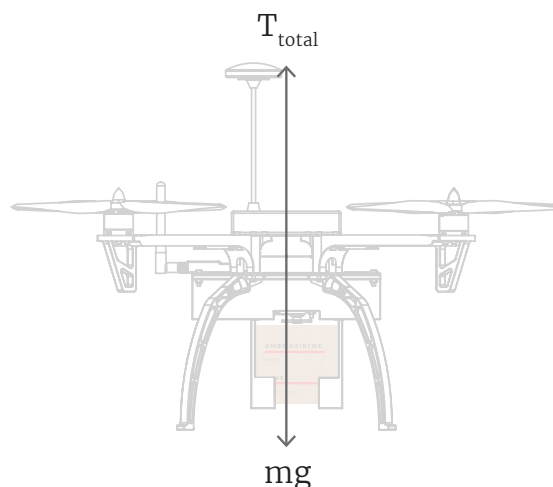


Figura 24: Descomposició forces verticals sobre el vehicle.

Font: pròpia

$$\textcircled{1} \quad T_y = T_{\text{total}} \times \sin \alpha = m \times g$$

$$\textcircled{2} \quad T_x = D$$

$$T_{\text{total}} \times \sin \alpha = \frac{1}{2} \times \rho \times V_x^2 \times S (C_D \times \cos \alpha)$$

$$\frac{1}{2} \times \rho \times V_x^2 \times S (C_D \times \cos \alpha) = \frac{m \times g}{\sin \alpha} \times \cos \alpha$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{m \times g}{\frac{1}{2} \times \rho \times V_x^2 \times S \times C_D} \right)$$

ρ Densitat aire

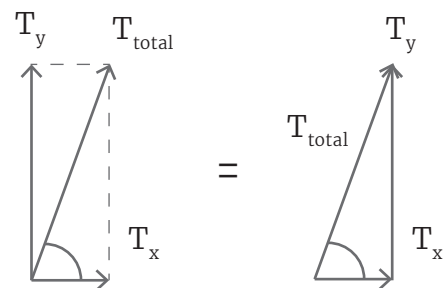
S Superfície del dron

C_D Coeficient resistència a l'aire

La funció no és vàlida per velocitat baixes, per tant, D es pot ometre.

No obstant això, a velocitats més altes i angles d'atac més grans el component T_x és important en comparació amb T_y .

Aplicant Pitàgores es pot obtenir el *thrust* total que tindrà el vehicle.



$$T_{\text{total}} = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$$

$$T_{\text{total}} = \sqrt{\left(\frac{1}{2} \times \rho \times V_x^2 \times S (C_D \times \cos \alpha) \right)^2 + (m \times g)^2}$$

5.2.2 Càlcul superfície

Per calcular la superfície del vehicle s'ha de considerar la planta d'aquest. Aquest càlcul es fa perquè contra més inclinació, més superfície es veurà i, per tant, més resistència a l'aire.

S'ha fet una estimació de la superfície de la planta partint d'un quadrat exterior i anar traient les superfícies restants ajustant-les a formes geomètriques.

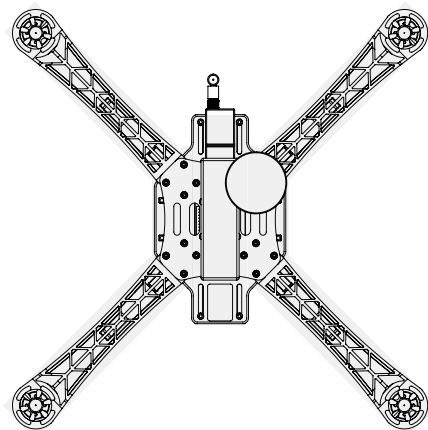


Figura 25: Superfície de la planta considerada.

Font: pròpia

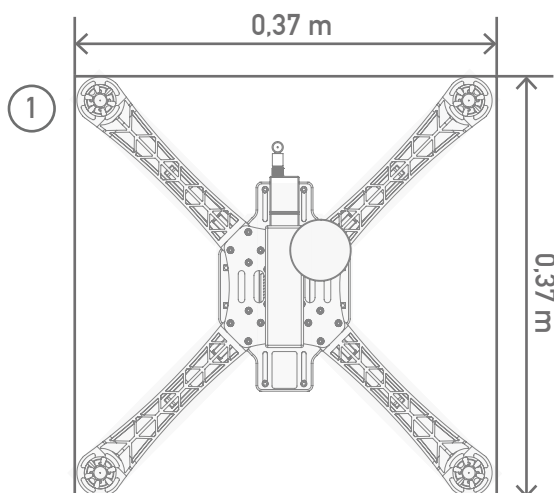


Figura 26: Selecció superfície principal.

Font: pròpia

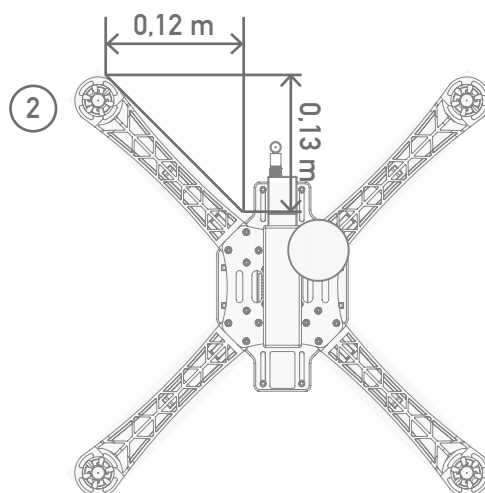


Figura 27: Selecció superfícies triangulars.

Font: pròpia

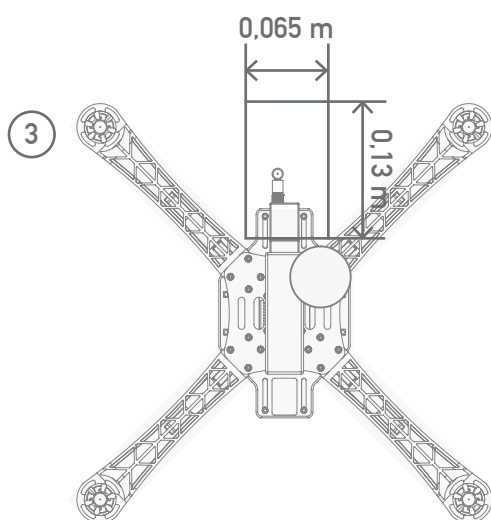


Figura 28: Selecció superfícies rectangulars.

Font: pròpia

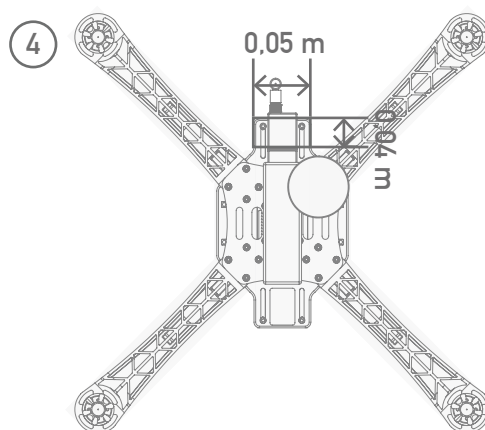


Figura 29: Selecció superfícies rectangulars menors.

Font: pròpia

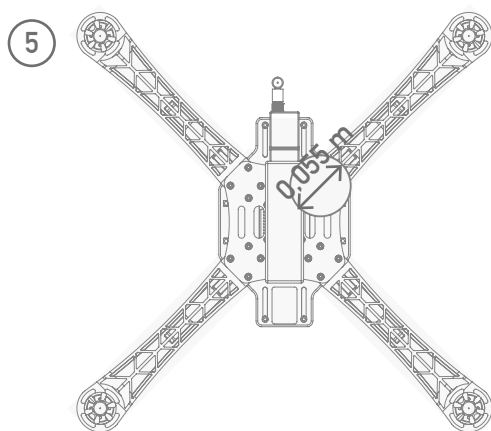


Figura 30: Selecció superfície circular.

Font: pròpia

① Superfície principal = $0,37 \text{ m} \times 0,37 \text{ m} = 0,1369 \text{ m}^2$

② Superfície triangular = $\frac{0,12 \text{ m} \times 0,13 \text{ m}}{2} = 0,0078 \text{ m}^2$
 $0,0078 \text{ m}^2 \times 8 \text{ superfícies} = 0,0624 \text{ m}^2$

③ Superfície rectangular = $0,065 \text{ m} \times 0,13 \text{ m} = 0,00845 \text{ m}^2$
 $0,00845 \text{ m}^2 \times 4 \text{ superfícies} = 0,0338 \text{ m}^2$

④ Superfície rectangular = $0,04 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} = 0,002 \text{ m}^2$
 $0,002 \text{ m}^2 \times 2 \text{ superfícies} = 0,004 \text{ m}^2$

⑤ Superfície circular = $\pi \times (0,0275)^2 = 0,0024 \text{ m}^2$

Superfície total = $0,1369 \text{ m}^2 - 0,0624 \text{ m}^2 - 0,0338 \text{ m}^2$
 $+ 0,004 \text{ m}^2 + 0,0024 \text{ m}^2 = \boxed{0,047 \text{ m}^2}$

5.2.3 Gràfic model de dinàmica del vehicle

S'ha realitzat un gràfic donant velocitats a l'eix de coordenades x , amb l'objectiu de trobar els angles d'atac de l'equació 2 a mesura que s'augmenta la velocitat. Gràcies a les velocitats també es troba el *thrust* resultant de Pitàgores.

$$\rho \quad 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$S \quad 0,047 \text{ m}^2$$

$$C_D \quad 1,9$$

$$m \quad \text{Considerant un pes de 3,8 kg}$$

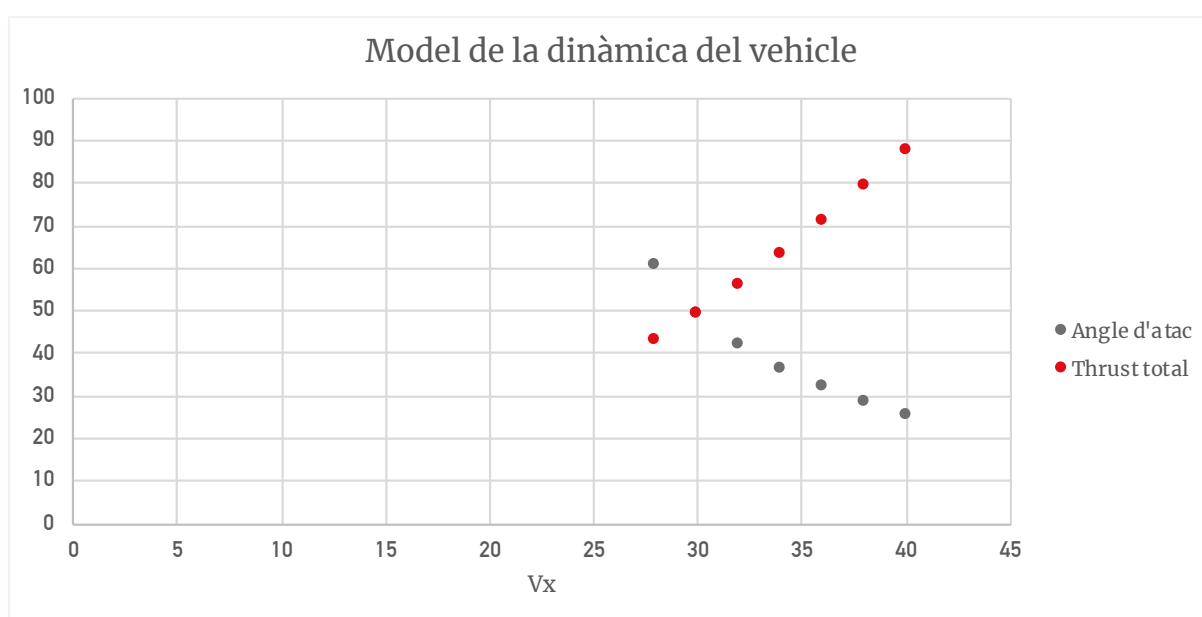


Figura 31: Gràfic del model de la dinàmica del vehicle.

Font: pròpia

La figura 31 permet trobar el punt en el qual la resistència a l'aire seria un valor molt alt en comparació amb el pes del quadrocòpter.

Com el vehicle passarà la major part del temps viatjant d'un punt a un altre és convenient escollir una velocitat que compleixi els següents requisits:

- Permetés un servei ràpid i flexible.
- La potència dels motors fos més

baixa que la potència que necessiten sense moviment horitzontal, això permet garantir que els motors sempre funcionaran amb bona eficiència, entre 50% i 85% de la potència màxima.

5.2.4 Càlcul bateria

S'ha considerat un pes de 3.8 kg, ja que el prototip pesa 1.5 kg amb paquet inclòs, per tant, si la distància a recórrer és major, la bateria necessària també ho serà i, consegüentment, la bateria pesarà més i així que el conjunt també.

La velocitat ideal per volar segons la figura 31 és de 28 m/s, en quant a velocitat d'entrega i l'efecte de la resistència a l'aire. A partir d'aquí es pot trobar el temps necessari per recórrer la distància marcada segons el radi d'actuació de Hudron i trobar quina bateria és necessita per aquest cas.

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{3,8 \times 9,8}{\frac{1}{2} \times 1,225 \times 28^2 \times 0,047 \times 1,9} \right)$$

$$\alpha = 60,3^\circ$$

$$T_{\text{total}} = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{2} \times 1,225 \times 28^2 \times 0,047 (1,9 \times \cos 60,3) \right)^2 + (3,8 \times 9,8)^2}$$

$$T_{\text{total}} = 42,9 \text{ N}$$

$$42,88186 \text{ N} \times \frac{1 \text{ kg}}{9,8 \text{ N}} = 4,3757 \text{ kg}$$

$$\frac{4,3757 \text{ kg}}{4 \text{ motors}} = 1,09 \text{ kg/motor}$$

$$1,09 \text{ kg (obtingut equació)} \approx 1,03 \text{ kg (thrust motor)}$$

$$\rho \quad 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$S \quad 0,047 \text{ m}^2$$

$$C_D \quad 1,9$$

$$m \quad 3,8 \text{ kg}$$

$$\text{Angle d'atac} \quad 60,3^\circ$$

$$\text{Thrust total} \quad 42,9 \text{ N}$$

$$\begin{array}{l} \text{Thrust motor} \\ (85\%) \end{array} \quad 1030 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} \text{Intensitat} \\ \text{consumida (A)} \end{array} \quad 6,3 \text{ A/motor}$$

El *thrust* total que s'ha obtingut correspon al generat pels 4 motors al 85% de *throttle* del vehicle. Fent aquestes operacions s'obté el *thrust* necessari que ha de tenir cada motor.

$$28 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 100,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$40 \text{ km} \times \frac{1 \text{ h}}{100,8 \text{ km}} = 0,4 \text{ h}$$

$$6,3 \text{ A} \times 4 \text{ motors} = 25,2 \text{ A}$$

$$\frac{x \text{ Ah}}{25,2 \text{ A}} = 0,4 \text{ h}$$

$$x = 0,4 \text{ h} \times 25,2 \text{ A} = 10,08 \text{ Ah}$$

$$10,08 \text{ Ah} \times \frac{1000 \text{ mA}}{1 \text{ A}} = 10080 \text{ mAh} \sim 10000 \text{ mAh}$$

Coneixent la velocitat a la que es desplaça el vehicle i sabent la distància que es vol recórrer tenint en compte que és anada i tornada, es pot calcular els mAh que necessita la bateria.

S'ha de multiplicar el consum d'ampers d'un motor pels 4 que porta. Es multiplica el temps trobat a partir de la velocitat pel consum dels motors i s'obté la intensitat per temps que ha de tenir la bateria.



Bateria Li-Po Gensace Tattu 6S
10000 mAh 25C

Dimensions 174 x 62 x 53 mm

Pes 1386 g

Capacitat 10000 mAh

Voltatge 22.2 V

Descàrrega (C) 25 C



T-motor MN 3110 KV470

Diàmetre 31 mm

Pes 98 g

Voltatge 22.2 V

Thrust 1110 g (100%)

Intensitat 7.4 A (100%)



T-motor 11x3.7

Longitud 11 inch (28 mm)

Pes 11 g

6

COMUNICACIÓ DEL PRODUCTE

La comunicació del producte és un punt molt rellevant a l'hora de donar a conèixer el producte que es dissenya. Per tal de mostrar l'empresa desenvolupada s'ha dissenyat un logotip, un *packaging* i una samarreta.

Es pretén que quan es vegi volar el model Hudron pugui ser reconegut com a propietat de Huflight i, per tant, s'estableixi una relació entre el nom de la empresa amb la missió d'ajuda humanitària que es duu a terme per anar fent créixer el servei i poder arribar poc a poc a més gent.



En aquest apartat es tractaran diversos aspectes relacionats amb la comunicació:

- Imatge de marca

És necessari definir la imatge que s'utilitzarà per identificar l'empresa, perquè serveix per relacionar la imatge amb el producte. Cal que la imatge sigui senzilla i clara alhora, així les persones la podran identificar més fàcilment.

- Disseny del *packaging*

S'ha dissenyat una capsa basada en un model estàndard de capsa existent en el mercat. S'han plantejat quatre mesures de capsa per poder transportar diferents quantitats de medicaments.

- Disseny del paracaigudes

És el component que permet que el paquet arribi a terra.

- Disseny digital, d'aplicacions gràfiques i del servei

És essencial plantejar una pàgina web ja que es tracta de la finestra per fer arribar a més persones el projecte Huflight.

- Proposta marxandatge

S'ha dissenyat una samarreta pels voluntaris i treballadors de manera que puguin anar identificats i ser reconeguts.

6.1 Disseny de la imatge de marca

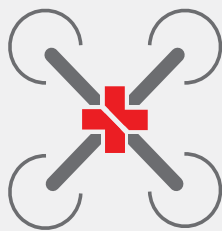
Logotip

h u f l i g h t

Requeriments disseny

- Fàcil de reconèixer.
- Capaç d'identificar-lo a la distància.
- Simple.
- Representació de la missió humanitària de Huflight.
- Integració del color vermell.

Imagotip



h u f l i g h t

Justificació disseny

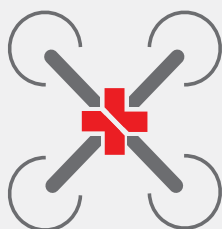
La imatge simbolitza una unió entre la creu relacionada amb la medicina, urgències i sanitat amb la forma que tenen els drons.

Es vol transmetre la facilitat d'accés als medicaments gràcies a l'ajuda que ens proporcionen els drons a l'hora d'arribar a poblats de difícil accés i la immediatesa que ens proporcionen.

S'han utilitzat formes geomètriques, simples i clares per crear una imatge fàcil de fer arribar i d'identificar amb l'empresa.

El logotip i l'isotip s'utilitzen en el *packaging* mentre que l'imagotip representa tota la informació relacionada amb l'empresa.

Isotip



Justificació nom

h u f l i g h t

humanitarian + flight

Al tractar-se d'una organització de caràcter humanitari s'ha volgut tenir en compte a l'hora de decidir el nom per l'empresa. I vol perquè el mitjà de transport és per aire, per tant, totes les missions d'ajuda que es facin seran vols humanitaris, d'aquí el nom de l'empresa.

Colors



Color de la sang, per tant, de la vida, transmet força i poder.



Color neutre, passiu, bona combinació amb el vermell, li cedeix el protagonisme.

Tipografia escollida

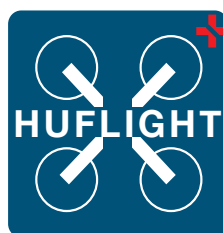
huflight HUFLIGHT huflight
HUFLIGHT HUFLIGHT huflight
H u f l i g h t

Nom tipografia **Lato Bold**

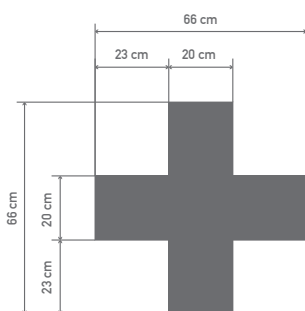
Tamany **48 pt**

Separació entre caràcters **344 pt**

Primeres propostes



Mesures creu



S'ha utilitzat la proporció de la creu de Creu Roja a la imatge de marca de Huflight.



6.2 Disseny de packaging



7000000 -
7000003

Paquet

Funció

Objecte capaç de transportar una càrrega de medicines en un trajecte. Ha d'assegurar la integritat del paquet i la capacitat de transportar la dosi necessària en cada missió.

Materials

- Cartró ondulat de doble cara
- Canal B DIN 55468-1
- Paper exterior: 186 gr. Kraftliner
- Flute: 100 gr. Testliner
- Model capsa segons *Código internacional para cajas de cartón ondulado: 0215*

Unions

Adhesiu termofusible o *hot melt*, es tracta d'un material termoplàstic en estat sòlid que és aplicat quan s'escalfa de manera que quan es refreda s'adhereix a la superfície.

- Adhesiu SEMPACOL FUTURE:

Color blanc, té estabilitat tèrmica i baix consum.

Proveïdor: Badrinas.

Empresa dedicada a la fabricació de diferents tipus d'adhesius per ús industrial.



Cost

	Preu
Model huinstant	0,27 €

Procés de fabricació

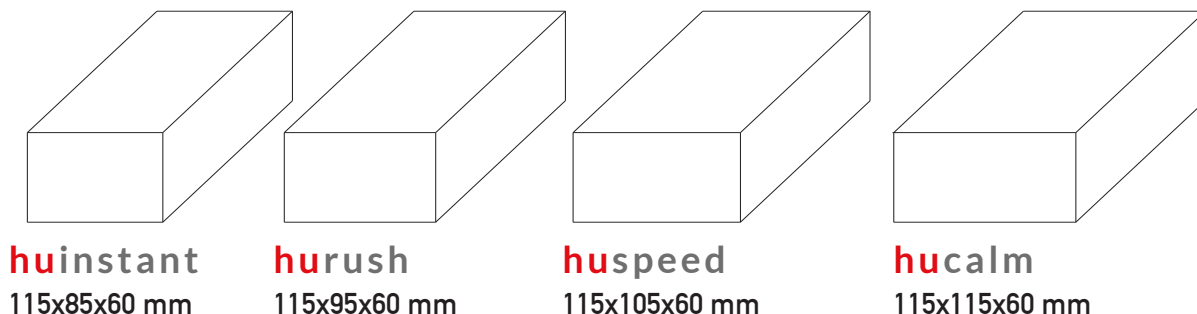
El cartró utilitzat pel *packaging* és cartró corrugat, per tant, el procés de fabricació constarà de dos grans parts: la fabricació de les planxes de cartró amb l'ajuda de la onduladora i, la transformació o *converting* que inclou les diferents operacions necessàries per formar una planxa.

El *packaging* de Huflight utilitza la flexografia com a mètode d'impressió sobre el cartró per imprimir els laterals de la capsa. A més, la planxa s'haurà d'

encunyar amb una troquel pla, ja que es necessita precisió en les mesures ja que ha d'anar en un lloc ajustat del vehicle. Posteriorment, es duu a terme el plegat i encolat de la capsa. El model de capsa que s'utilitza només necessita cola en la pestanya, la base de la capsa es monta automàticament sense la necessitat de posar-hi adhesiu.

També serà necessari imprimir etiquetes de l'imatge i el logotip ja que els adhesius tenen el fons blanc.

Dimensions capsa



huinstant Vols d'urgència amb una dosi a transportar.

hurush Capsa amb una mica més de capacitat que el model huinstant. Pensada també per situacions d'actuació ràpida.

huspeed Capsa que permet més quantitat de medicaments a transportar. Està pensada per situacions de poca urgència. En cas que es volgués transportar una dosi gran de medicaments d'urgència també es pot utilitzar.

hucalm Model de capsa més gran per fer transports de medicaments rutinaris a llocs on no es pot accedir fàcilment.

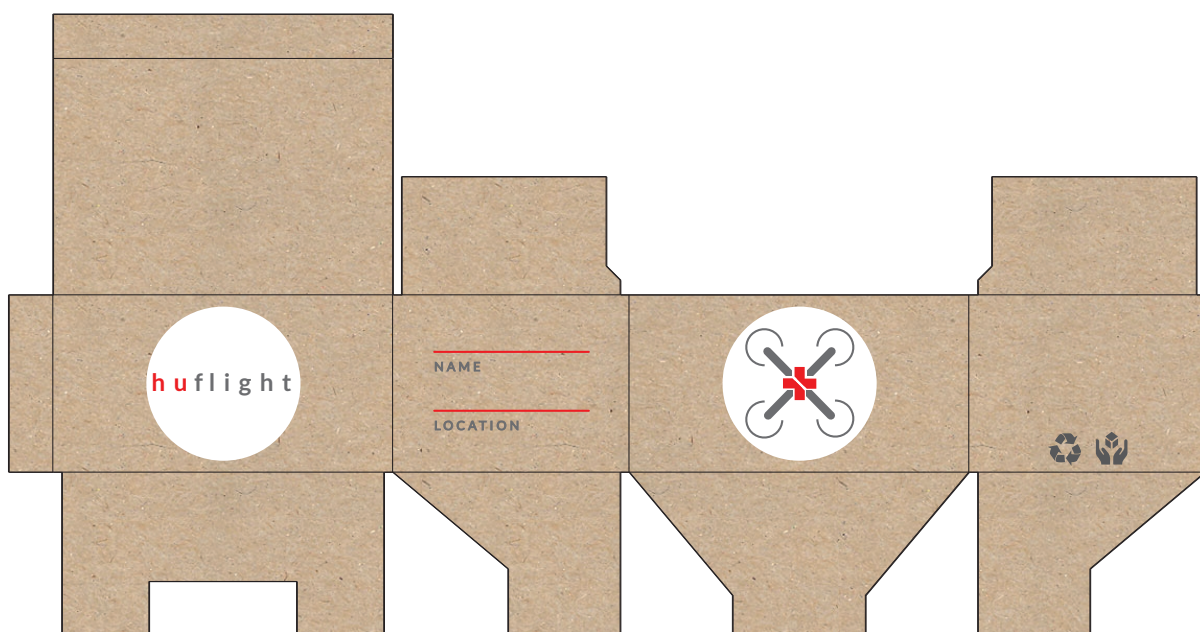


Figura ...: Plantilla model huinstant.

Font: pròpia.



S'han utilitzat el logotip i l'isotip en les cares oposades, amb l'objectiu d'identificar bé el paquet i que es pugui reconèixer que és de Huflight. També la contraposició de les imatges fa contrast i és senzill de veure.

NAME

LOCATION

En un dels laterals del paquet s'ha incorporat un espai per escriure el nom de la persona que rebrà les medicines i la seva localització. En cas de pèrdua del vehicle es pot identificar que no anava dirigida aquella localització. Una manera de tenir cura de marcar bé la persona que ha d'ingerir les medicines.

S'ha utilitzat l'anglès com a idioma en el paquet, donat que és el segon idioma oficial del país després del swatii, l'anglès és entès i parlat per molts dels habitants.

ISO 780:1938

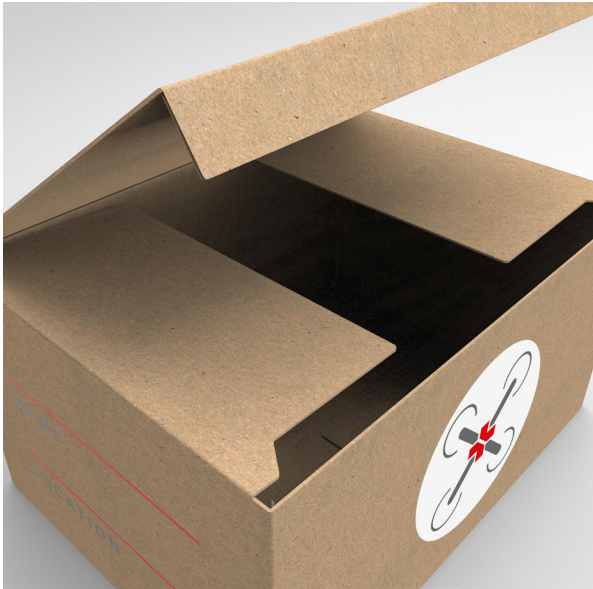


Símbol que indica que el material del qual està format l'embalatge és reciclable.

ISO 780:1938



Símbol que identifica el contingut del paquet com a fràgil i, per tant, s'ha de tenir cura amb la manipulació.



6.3 Disseny del paracaigudes



7001000

Paracaigudes

Funció

Permetre fer arribar al terra el paquet amb suavitat evitant cops i caigudes brusques.

Materials

Paracaigudes

Cos Fècula de patata

Subjecció Cordill de Jute

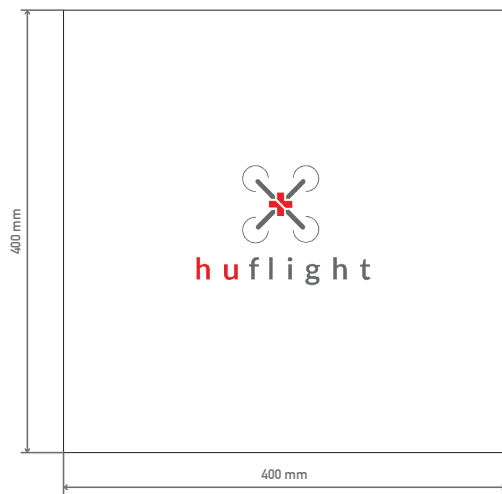
Unions

El paracaigudes es subjecta a l'interior del paquet mitjançant uns nusos. Aquesta subjecció permet distribuir el pes entre quatre punts.

El paracaigudes s'ubica sota el paquet surant el vol, embolicat per tal que quan es llença el paquet per la força de l'aire pugi cap a dalt i es desplegui.

Cost

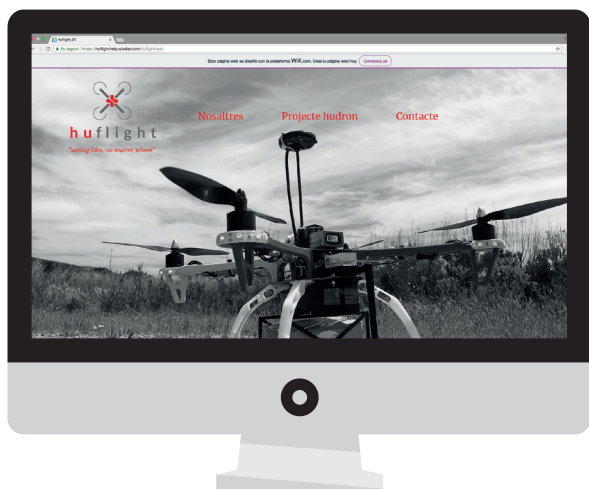
	Preu
Paracaigudes	0,135 €



El paracaigudes és un quadrat de les mesures marcades de bossa d'escombraries de fècula de patata. Com s'ha mencionat es subjecta gràcies a quatre cordes a l'interior del paquet.

El disseny és molt simple, es tracta de la incorporació del logotip al centre del paracaigudes de manera que sigui identificable.

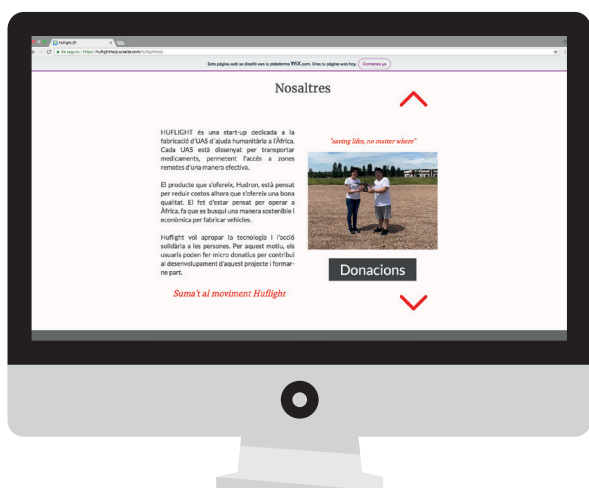
6.4 Disseny digital, aplicacions gràfiques i del servei



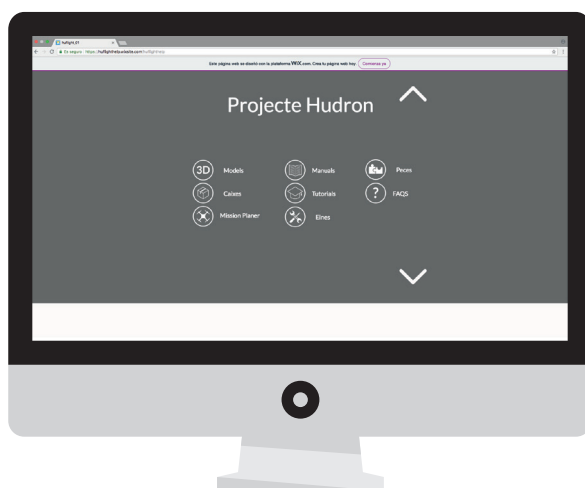
www.huflighthelp.wixsite.com/huflighthelp

Com s'ha mencionat anteriorment, la web és de filosofia *Do It Yourself*.

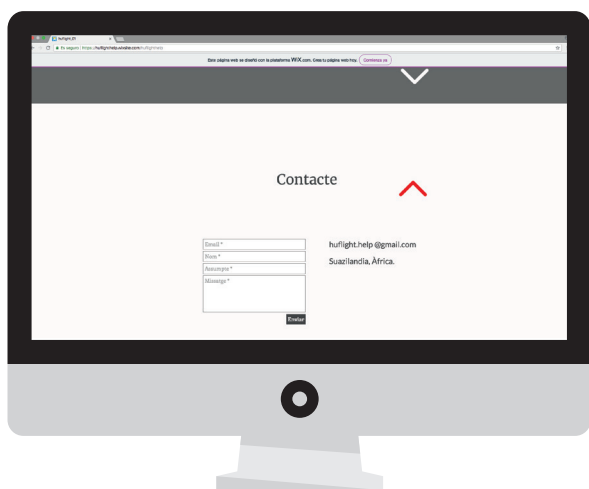
S'ha dividit la web en tres grans seccions, “nosaltres” on es pot trobar informació sobre Huflight, “projecte Hudron” on hi ha tota la informació i documentació relacionada amb el projecte i “contacte” per si es vol enviar algun suggeriment o comentari.



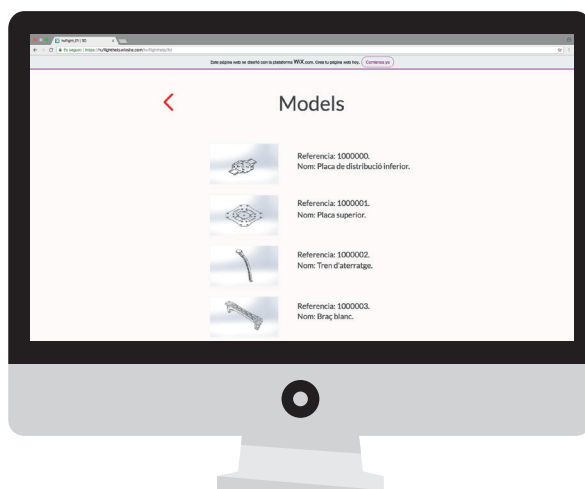
Espai “Nosaltres”



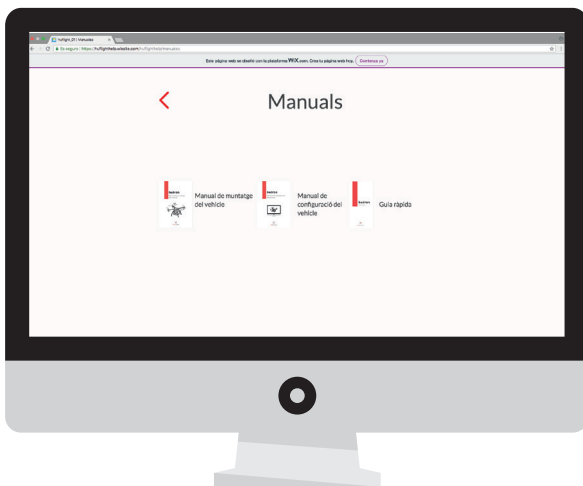
Espai “Projecte Hudron”



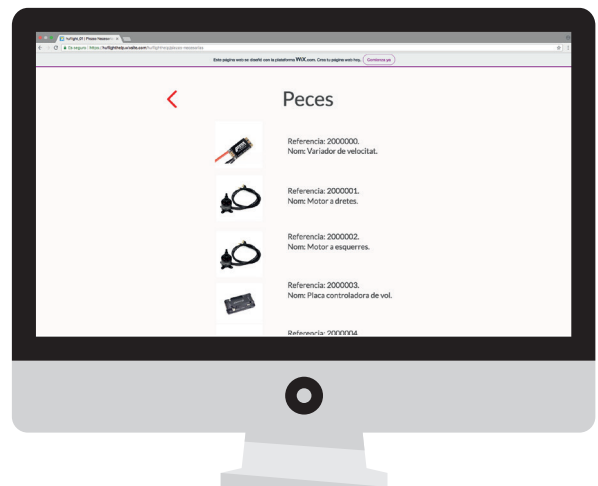
Espai “Contacte”



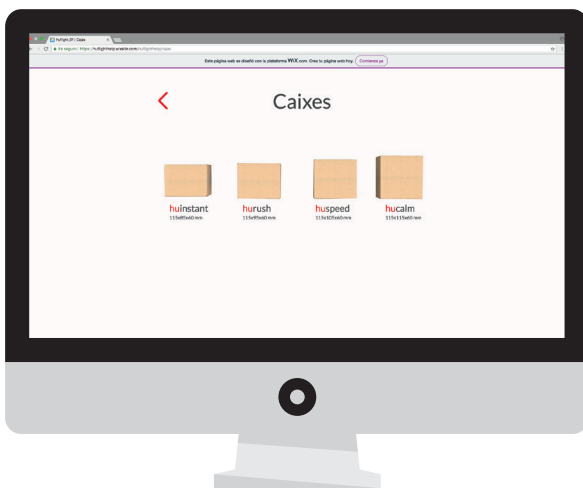
Espai “Models 3D”



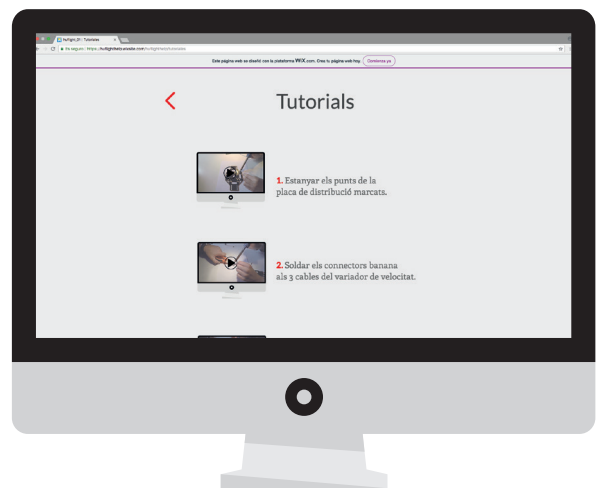
Espai “Manuals”



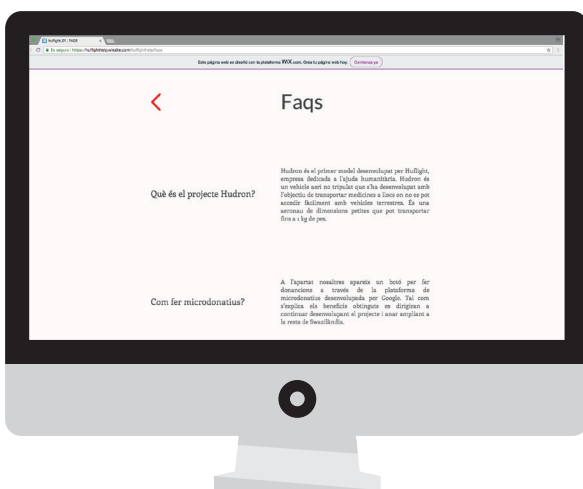
Espai “Peces”



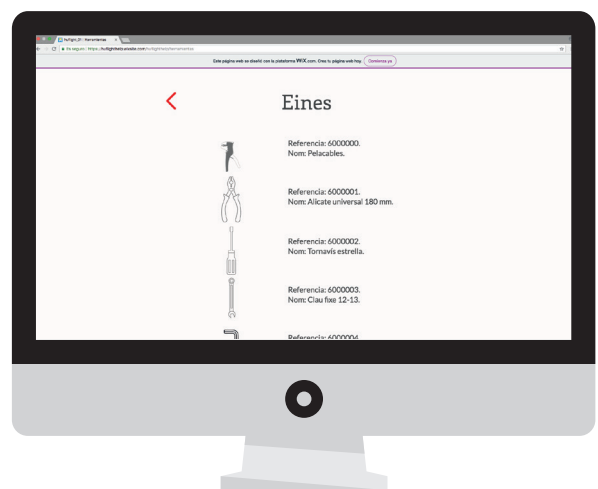
Espai “Caixes”



Espai “Tutorials”



Espai “FAQs”



Espai “Eines”

6.5 Proposta de marxandatge



Samarreta

Funció

La samarreta serveix com a mitjà d'identificació durant l'ajuda humanitària. Aquesta samarreta correspon a la que portaran els voluntaris i treballadors de Huflight per diferenciar-se i poder atendre les missions de Hudron.

Justificació de disseny

S'ha escollit la samarreta de color blanca perquè es considera que pots ser un color diferenciador ja que a l'Àfrica la zona és molt àrida. L'ús del blanc també fa ressaltar els colors que es posin. Un color que transmet tranquil·litat i sensació de net.

Un disseny senzill, perquè la missió d'aquesta empresa és intentar fer arribar medicines a la gent no que sàpiguen que és Huflight qui ho fa possible. Es tracta que puguin identificar les persones que pertanyen a la organització per si han de demanar alguna cosa.

A la part davantera de la samarreta, prop del cor, s'ha ubicat l'isotip en una mida mitjana perquè no ressalti massa sobre la resta.

En canvi, per la part posterior de la samarreta s'ha optat per posar l'eslògan al mig de l'esquena en lletres vermelles que és un dels colors corporatius de Huflight.



7

ANÀLISI ECONÒMIC

És important conèixer les limitacions del projecte a nivell econòmic per saber la inversió que es necessita així com les possibles vies de finançament que el projecte pot tenir.

Aquests aspectes són els que es tractaran en aquest capítol passant per la cotització del prototip funcional que s'ha construït, la cotització del producte per una quantitat significativa d'unitats i les vies de finançament externes que pot tenir el projecte.





Figura 33: Voluntaris Hufight preparant una missió.

Font: pròpia

- Cotització prototip

En la cotització del prototip s'han inclòs tots els components que s'han hagut de comprar per poder fabricar un prototip funcional així com les eines i la mà d'obra invertida.

S'ha de tenir en compte que la fabricació d'un prototip és més costosa pel fet que només es produeix una unitat. La mà d'obra també s'encareix ja que els recursos que s'han d'invertir només es per fer un model de prova.

- Cotització producte

En aquest apartat es farà una cotització per un lot de 100 unitats del model Hudron i 1000 unitats del model de caps Hurush. S'ha partit del preus de venda a consumidors sense aplicar cap descompte de compra a l'engròs.

No s'ha tingut en compte el cost de fabricació dels components electrònics ja que aquests es compren directament a empreses que els fabriquen. El que si s'ha cotitzat és l'estructura per fabricar-la amb impressió 3D. La inversió de la impressora 3D només s'haurà de fer una vegada.

- Viabilitat econòmica del projecte

Al tractar-se d'un projecte d'ajuda humanitària s'han analitzat diverses opcions de finançament i col·laboració externa per potenciar el projecte.

7.1 Cotització prototip

	PECES	Preu	Quant.	Total
Estructura	Placa de distribució inferior	7 €	1x	7 €
	Placa superior	6 €	1x	6 €
	Tren d'aterratge	1,5 €	4x	6 €
	Braç blanc	6 €	2x	12 €
	Braç vermell	6 €	2x	12 €
Suport	Base inferior			
	Base superior	12,5 €	1x	12,5 €
	Fixació regulable			
	Eix			
Subjecció paquet	Guia principal	25 €	1x	25 €
	Subjecció paquet	15 €	2x	30 €
Elements per volar	Hèlix sentit horari	6,75 €	2x	13,5 €
	Hèlix sentit antihorari	6,75 €	2x	13,5 €
				137,5 €

	ELECTRÒNICA	Preu	Quant.	Total
Essencials	Variador de velocitat Bheli T-motor	17,98 €	4x	71,9 €
	Motor a dretes MT2212	12 €	2x	24 €
	Motor a esquerres MT2212	12 €	2x	24 €
	Placa controladora de vol APM 2.6	41,95 €	1x	41,95 €
	Bateria Li-Po Tatuú 2300 mAh 3S 11,1 V	29,9 €	1x	29,9 €
	Receptor emissora R615X DSM2	10,72 €	1x	10,72 €
	Micro placa de potència doble regulador	6,9 €	1x	6,9 €

Extres	Telemetria 915MHz	35 €	1x	35 €
	GPS U-blox NEO 7M	15,99 €	1x	15,99 €
	Servo EMAX ES3001 Analògic	6,25 €	1x	6,25 €
	Accessori servo			
				266,6 €

CARGOLS		Preu	Quant.	Total
Cargols	DIN 912 M2.5x6 mm INOX.	0,13 €	16x	2,08 €
	DIN 912 M2.5x8 mm INOX.	0,135 €	24x	3,24 €
	DIN 912 M2.5x12 mm INOX.	0,155 €	4x	0,62 €
	DIN 912 M3x12 mm INOX.	0,155 €	8x	1,24 €
	DIN 7985 M2x8 mm INOX.	0,08 €	1x	0,08 €
	DIN 913 M2.5x3 mm INOX.	0,1 €	1x	0,1 €
Femelles	DIN 985 M2.5 INOX.	0,1 €	4x	0,4 €
	DIN 985 M3 INOX.	0,1 €	8x	0,8 €
				8,56 €

CABLES I CONNECTORS		Preu	Quant.	Total
Cables	Cable PVC 4 mm de secció 1 m	2,4 €	1x	2,4 €
	Cable PVC 1mm de secció 1 m	1,3 €	1x	1,3 €
	Termoretràctil 5mm de secció	2,5 €	1x	2,5 €
Connectors	XT-60 Femella	0,95 €	1x	0,95 €
	Parella connector banana 5 mm	1,15 €	6x	6,9 €
				14,05 €

SUBJECCIONS		Preu	Quant.	Total
Fixes	Cinta adhesiva doble cara	0,495 €	5x	2,475 €
	Brida 5,2x200 mm	0,04 €	15x	0,6 €
				3,07 €

	EINES	Preu	Quant.	Total
	Pelacables	6 €	1x	6 €
	Alicates universal 180 mm	7,95 €	1x	7,95 €
	Tornavís Torx T5	4,5 €	1x	4,5 €
	Clau fixe 12-13	2,98 €	1x	2,98 €
	Clau allen 2,5	0,65 €	1x	0,65 €
	Clau allen 3	0,65 €	1x	0,65 €
	Tisores	1,15 €	1x	1,15 €
	Soldador 400W	11,95 €	1x	11,95 €
	Estany 1mm al 63% - 17g	4,25 €	1x	4,25 €
				40,08 €

	PRODUCTE	Preu	Quant.	Total
	Cartó 280 gr.	3,25 €	1x	3,25 €
Paquet	Etiquetes impreses	0,65 €	1x	0,65 €
	Cola blanca	1,65 €	1x	1,65 €
Paracai- gudes	Bosses d'escombraries biodegradables	2,7 €	1x	2,7 €
	Corda de Jute	0,85 €	1x	0,85 €
				7,45 €

	MÀ D'OBRA	Preu	Quant.	Total
	Sou hora enginyer de disseny industrial	20 €	600x	12000 €
	Comptant que el Projecte Fi de Grau equival a 24 crèdits ECTS i que cada crèdit són unes 25 hores de dedicació, les hores invertides són 600.			
				12000 €

COST TOTAL PROTOTIP

Peces	137,5 €
Electrònica	266,6 €
Cargols	8,56 €
Cables i connectors	14,05 €
Subjeccions	3,07 €
Eines	40,08 €
Producte	7,45 €
Mà d'obra	12000 €
	12478 €

7.2 Cotització de producte

FABRICACIÓ SÈRIE 100 UD.		Preu	Quant.	Total
RC Innovations	T-motor 11x3.7	31,90 €	200x	6380 €
	Variadors de velocitat T-motor F 30A V2 6S Dshot	17,99 €	100x	7195 €
	T-motor MN 3110 KV470	49,9 €	400x	19960 €
	Placa controladora APM 2.8 + Telemetria 433MHz + GPS U-Blox LEA 6M	119 €	100x	11900 €
	Bateria Li-Po Tatuú 10000 mAh 6S	200 €	100x	20000 €
	Receptor emissora R615X DSM2	10,82 €	100x	1082 €
	Micro placa de potència doble regulador	6,9 €	100x	690 €
	Servo EMAX ES3001 Analògic	6,25 €	100x	625 €
	Cable PVC 4 mm de secció 1 m	2,4 €	100x	240 €
	Cable PVC 1mm de secció 1 m	1,3 €	100x	130 €
	Termoretràctil 5mm de secció	2,5 €	100x	250 €
	XT-60 Femella	0,95 €	100x	95 €
Fixnvis	Parella connector banana 5 mm	1,15 €	600x	690 €
	DIN 912 M2.5x6 mm INOX A2	0,038 €	1600x	61,06 €
	DIN 912 M2.5x8 mm INOX A2	0,041 €	2400x	98,50 €
	DIN 912 M2.5x12 mm INOX A2	0,047 €	400x	18,72 €
	DIN 912 M3x12 mm INOX A2	0,027 €	800x	21,89 €
	DIN 7985 M2x8 mm INOX A2	0,03 €	100x	3 €
	DIN 913 M2.5x3 mm INOX A2	0,074 €	100x	7,42 €
	DIN 985 M2.5 INOX A2	0,09 €	400x	35,2 €
	DIN 985 M3 INOX A2	0,02 €	800x	15,84 €

HobbyPlay	Cinta adhesiva doble cara	0,495 €	500x	247,5 €
	Brida 5,2x200 mm	0,04 €	1500x	60 €
Kartox	Model capsa huinstant (115x85x60 mm)	0,27 €	1000x	405 €
Estimació	Paracaigudes	0,135 €	1000x	135 €
				70346 €

IMPRESSIÓ 3D		Preu	Quant.	Total
	Filament ESUN PLA negre 1,75 mm	17,96 €	30x	538,8 €
	Filament ESUN PLA blanc 1,75 mm	18,95 €	30x	568,5 €
	Filament ESUN PLA vermell	17,96 €	30x	538,8 €
	Impressora AIRWOLF	4955 €	3x	14865 €
				16511 €

COST TOTAL LOT 100 UNITATS

	Components compra a l'engròs	70346 €
	Impressió 3D	16511 €
		86857 €

És necessari que es puguin fabricar recanvis pels diferents components estructurals del model Hudron, ja que es tracta d'un vehicle en continu moviment i utilització. Per aquest motiu, Huflight aposta per la impressió 3D per tal de ser més autosuficient.

Els components que es plantegen fer amb impressió 3D són aquells que corresponen a l'estructura del vehicle:

- Placa de distribució inferior
- Placa superior

- Tren d'aterratge
- Braç blanc
- Braç vermell
- Conjunt suport FPS
- Conjunt subjecció paquet

Imprimir la placa de distribució inferior suposa no tenir els circuits de coure interns. No suposa cap cost afegit, perquè el vehicle incorpora una micro PDB encarregada de distribuir l'alimentació de la bateria cap als variadors i la placa controladora.

7.3 Viabilitat econòmica de Huflight

7.3.1 Pactes de col·laboració

Huflight com a empresa d'acció humanitària pot accedir a subvencions per part del govern, de l'Oficina d'Ajuda Humanitària de la Comissió Europea (ECHO) o d'altres empreses que vulguin participar en el projecte que duu a terme Huflight.

Existeixen diverses opcions per les empreses de cara a col·laborar amb Huflight que són les següents:

- Donant financer: l'empresa col·laboradora destina una quantitat de diners a aquest projecte.
- Donant en espècie: l'empresa col·laboradora posa a l'abast de Huflight productes produïts per la seva empresa, en aquest cas, components per fer el model de vehicle Hudron, o serveis que ofereixen.
- Aliança: es tracta d'un pacte establert entre Huflight i una o més empreses per tenir un compromís a llarg termini.
- Iniciatives socials: Huflight amb

dos o més empreses desenvolupen un projecte d'acció humanitària unint els seus recursos.

La figura 34 mostra la fitxa que s'ompliria entre l'empresa col·laboradora i Huflight per començar el projecte en comú.

S'ha de determinar quina classe de col·laboració es durà a terme, els participants, és a dir, les empreses que formaran part. També determinar el sector d'actuació en el que es trobar englobat el projecte. Com a últim aspecte a marcar, el finançament que s'aportarà al projecte i com es gestionarà. Per a més informació es deixa el *link* a Internet de la pàgina on està descrit i mencionat el projecte i els avenços que es van obtenint.

Imatge
marca

Nom empresa col·laboradora

+

h u f l i g h t

Nom projecte en comú

☐ Donant financer
 ☐ Donant en espècie
 ☐ Aliança
 ☐ Iniciatives socials

Participants

Sector d'actuació

Financiació

Informació online

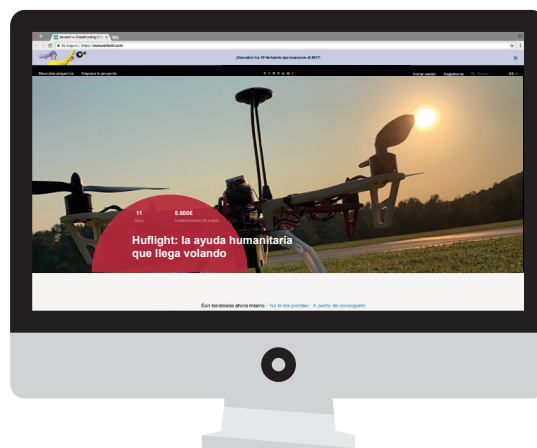
Figura 34: Fitxa de col·laboració amb Huflight.

Font: pròpia.

7.3.2 Huflight a Verkami

Verkami es tracta d'una plataforma de *crowdfunding* o microdonatius. És una eina que permet als usuaris finançar els seus projectes gràcies a les aportacions individuals dels usuaris.

Es planteja publicar el projecte Huflight en aquesta web per donar a conèixer la missió de l'empresa, a més d'obtenir ingressos per continuar la tasca que es duu a terme i anar extenent i ampliant els recursos a més localitzacions.

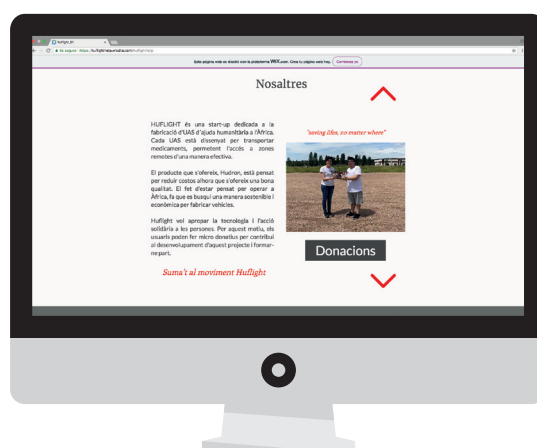


7.3.3 Microdonatius web Huflight

S'ha plantejat una web de la filosofia *Do It Yourself*, amb l'objectiu d'apropar la tecnologia i l'acció solidària a les persones.

Per aquest motiu, es planteja un apartat dins la web per fer microdonatius destinats al continu desenvolupament del projecte per oferir millores i anar extenent l'acció de Huflight a més poblacions.

S'ha ubicat un botó per realitzar donacions que porta a una finestra de microdonatius implementada per Google.



IMPACTE AMBIENTAL

A l'apartat de l'impacte ambiental és farà una anàlisi a l'impacte dels vehicles aeris no tripulats sobre les aus i la fauna així com un anàlisi del cicle de vida del producte.

Cal tenir en compte que Huflight disposa de diversos proveïdors i el que es fabrica als camps bases ubicats als districtes de Lubombo són les peces relacionades amb l'estructura del vehicle a més de recanvis per peces.





Convivint amb aus

8.1

Els vehicles aeris no tripulats han de volar per l'aire, l'habitat de les aus i això pot ser un inconvenient si no es té en compte.

Un estudi realitzat pels investigadors de la Universitat de Montpellier (França) ha analitzat l'impacte que causen els UAS sobre les aus. En aquest estudi s'ha analitzat l'impacte en aus aquàtiques, mirant com afecta el color, la velocitat i l'angle de vol.

En el 80% dels vols que es van realitzar, es va demostrar que fins els 4m de distància els UAS no afectaven als animals. Les aus reaccionaven més quan el vehicle s'aproximava verticalment ja que ho associaven a l'atac d'un depredador.

Aquest estudi demostra que aquest mitjà de transport pot intimidar a les aus i no és estrany perquè ja s'han donat casos d'aus que han atacat vehicles.

El color i la velocitat del vehicle poden estar associats a signes d'atac dels depredadors i confondre els animals que reaccionen violentament.

En aquest cas, l'impacte ambiental que es produeix es contra els éssers vius ja que dispositius desconeguts per ells s'interposen en el seu habitat natural.

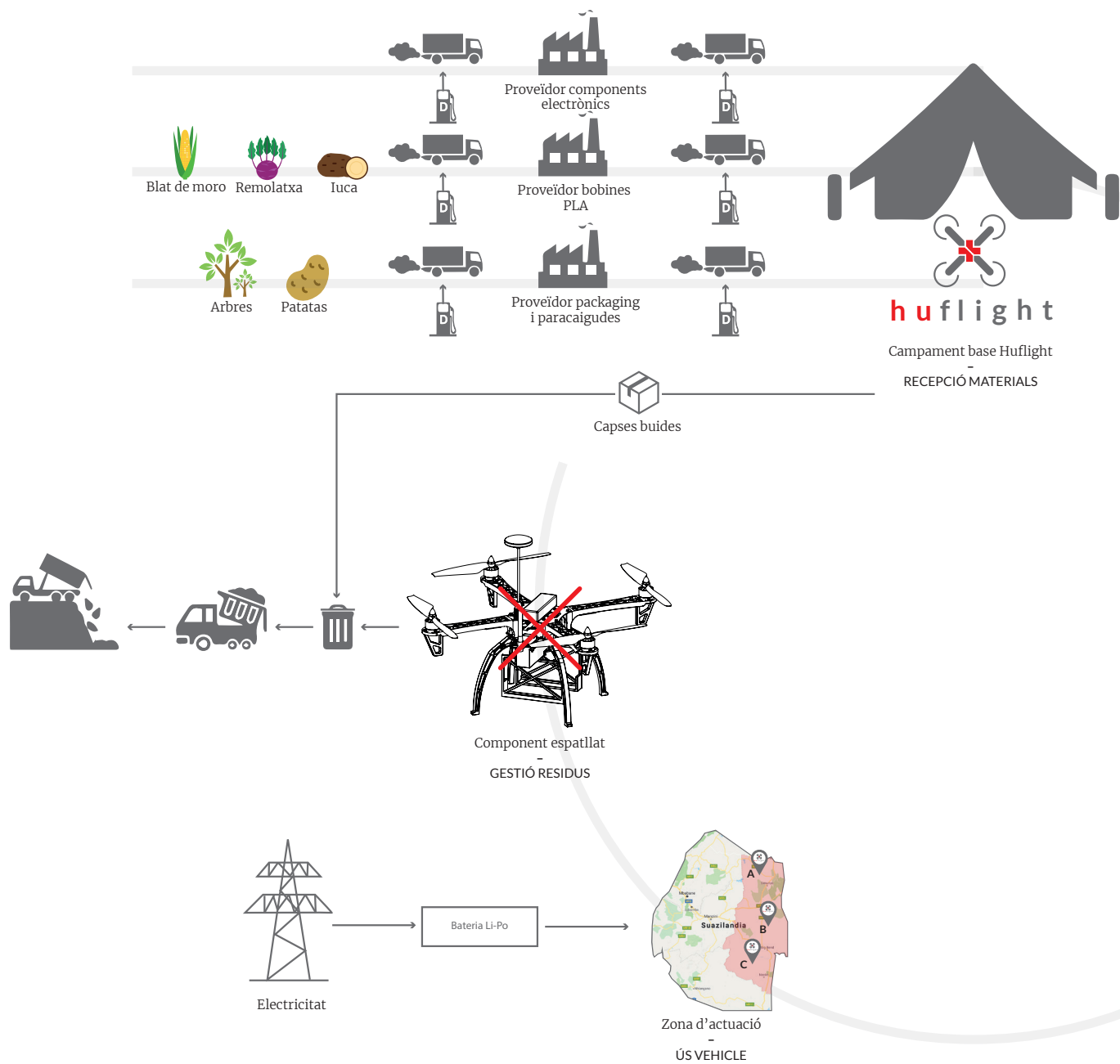


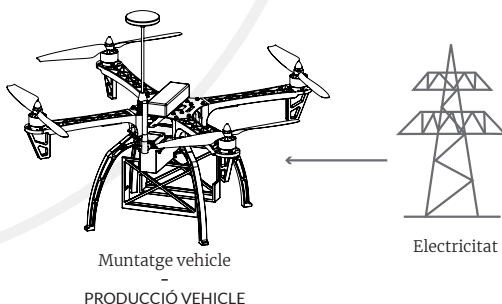
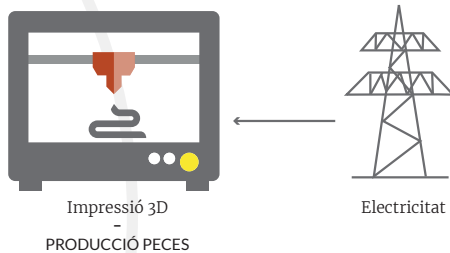
Figura 36: Cicle de vida de Huflight.

Font: pròpia.

L'anàlisi del cicle de vida avalua 4 etapes: la obtenció de materials, la producció, la distribució, ús i gestió dels residus generals.

La obtenció dels materials per Huflight és a través dels seus proveïdors que li faciliten els materials necessaris per construir els vehicles. Això fa que l'impacte mediambiental afecti al proveïdor en el seu procés i, consegüentment a Huflight ja que necessita d'aquests components. Els components electrònics són positius pel fet que duren diversos anys sense fer-se malbé, però en contra l'impacte en el medi ambient és significatiu ja sigui per tots els recursos materials que s'ha d'utilitzar com pels recursos energètics al construir-los. El transport és un factor a destacar en aquesta primera part del procés donat que els camps base de Huflight estan situats a Swazilàndia on s'haurà d'accedir per avió o un medi de transport de llarga distància si l'empresa proveïdora es troba fora d'aquest país.

Posteriorment, Huflight produirà les peces gràcies a la impressió 3D això és positiu i negatiu alhora. Positiu perquè es tracta d'una producció local que no necessita de distribució per arribar al punt d'utilització ja que es troba a la mateixa base. El material utilitzat per la impressió 3D és el PLA que es tracta d'un material



biodegradable i, per tant, beneficis pel medi ambient. Huflight potencia la impressió 3D per ser una fabricació local a mesura que no necessita d'agents externs.

Negatiu, perquè la impressora 3D necessita d'electricitat per funcionar, llavors això és un consum a tenir en compte. Tot i això, Huflight pretén obtenir l'energia elèctrica d'empreses d'energia renovable properes. A més, la impressora estarà connectada bastanta estona donat que s'han de produir diverses peces i fer de noves per recanvis. S'haurà de plantejar un sistema per tal de tenir suficient material i peces produïdes per fer una reparació en cas que sigui necessari i posar en marxa de seguida el vehicle per continuar fent missions.

Un cop finalitzada la producció de peces, s'haurà de procedir al muntatge que implicarà l'ús d'electricitat per endollar el soldador per fer les unions amb els cables. A part de l'electricitat consumida pel soldador, la resta d'elements necessaris són consumibles i esforç humà per muntar el vehicle.

L'ús del vehicle implica utilització d'energia provinent d'una bateria que un cop esgotada s'haurà de carregar

mitjançant electricitat. En aquest punt es consumeix també electricitat.

Pel que fa als residus generats corresponen a les capses de cartró on venen ubicats els diferents materials i totes les proteccions de bosses de plàstic que porten normalment els components.

D'una banda, els residus mencionats aniran als contenidors corresponents i d'aquí cap a una central de gestió de residus.

D'altra banda, es proporcionaran uns contenidors als poblats del projecte Hudron de manera que els paquets i paracaigudes que es llencin des del vehicle puguin apartar-se per ser reciclats o reutilitzats. Periòdicament, Huflight amb un sistema de recollida de residus passarà per aquests poblats buidant els contenidors. Un cop s'hagin recollit es revisaran de manera que si alguna capsa i paracaigudes es pot reutilitzar s'apartarà.

El cartró és un material 100% reciclable i biodegradable. Si el cartró és reutilitzat no perd les seves característiques de durabilitat i resistència. En aquest punt, Huflight podria reduir l'impacte que genera a causa de les bateries de liti.

Així es contribueix amb el medi ambient, ja que hi ha una reutilització del material. No obstant això, el cartró provinent de les capses es tracta de cartró biodegradable així com el paracaigudes fet amb fècula de patata.

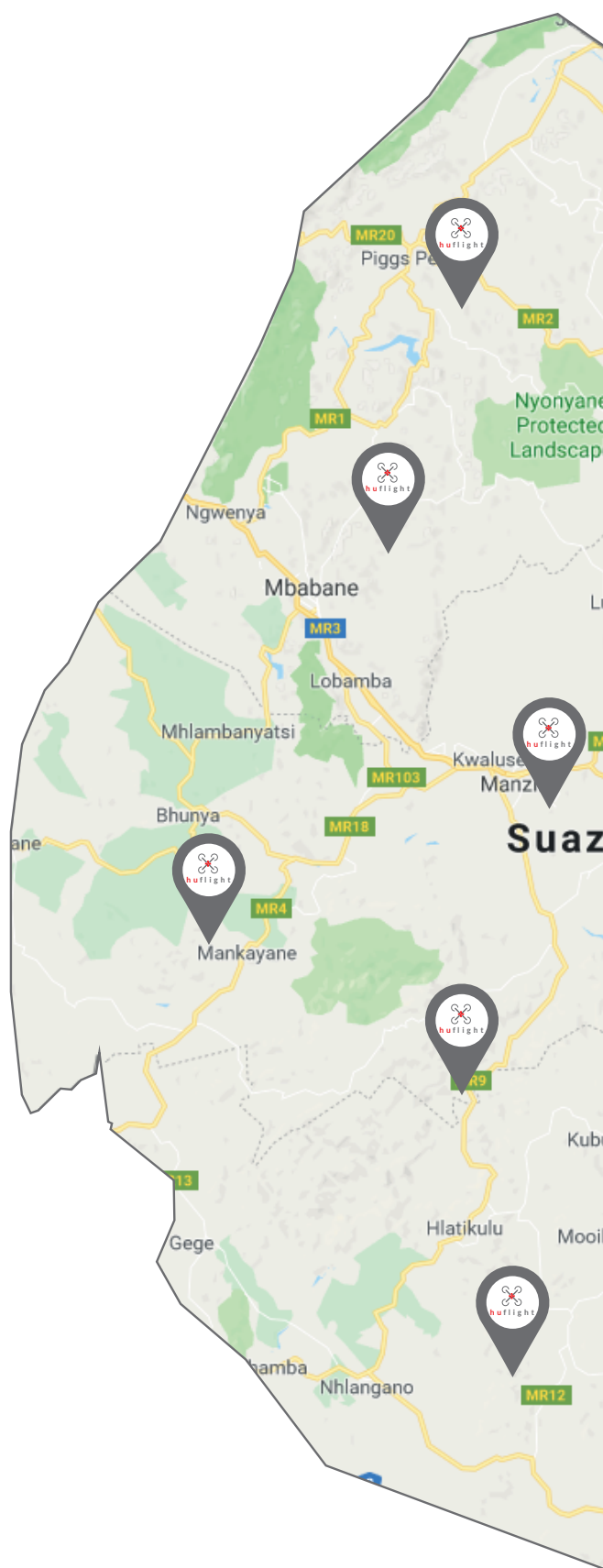
Huflight és una organització compromesa amb el medi ambient que busca reduir al màxim l'impacte sobre aquest.

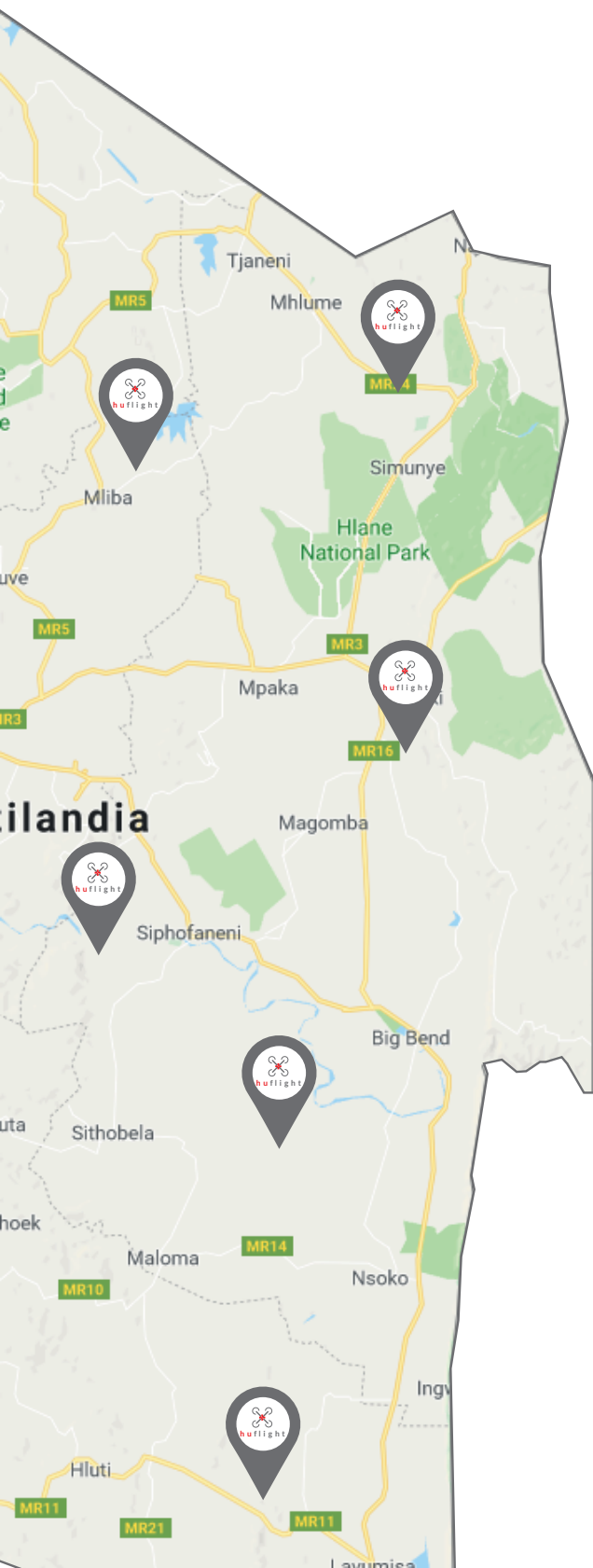
A mesura que es vagi extenent i ampliant el projecte, anirà treballant amb formes alternatives a les bateries per alimentar al dron donat que les bateries són el major impacte que genera l'empresa.

FUTURES LÍNIES DE DISSENY

En aquest apartat s'aprofita per donar idees que no s'han pogut fer en el treball ja sigui per la complexitat o per la falta de temps.

Hudron és el primer model de l'empresa Huflight, com a prototip per testejar-lo a la zona seria ideal per veure els problemes amb els que es troba i com superar-los. No obstant això, hi ha aspectes que després d'haver estat en contacte amb aquest àmbit es poden considerar necessàries a implantar en el següent model de vehicle que realitzi la companyia. Com a mínim estudiar les possibilitats de les propostes.





Com a futures línies de disseny per continuar el desenvolupament del projecte Hudron es plantegen els següents aspectes:

- Incorporació d'uns sensors programats per detectar obstacles en el camí. Com el camp d'aplicació és Swazilàndia, en aquelles àrees abunda més la fauna, per tant, seria positiu que el vehicle rectifiqués la seva posició mentre està fent la ruta per tal d'assegurar que arribarà al lloc d'entrega.
- Plantejament d'incorporar un sistema d'alimentació del vehicle que sigués respectuós amb el medi ambient i auto recarregable durant el camí del vehicle. Es podria analitzar l'energia solar com a font per la bateria, per exemple.
- Lligat amb el punt anterior, estudiar la possibilitat d'augmentar l'autonomia del vehicle.
- Millorar el sistema de comunicació entre els poblats i Huflight per tal que es pogués agilitzar el temps d'entrega.
- Donat que hi ha molta pobresa, potenciar l'ús d'aquest sistema per arribar a més gent que deixa la medicació perquè no pot pagar-la. Estudiar la possibilitat d'utilitzar el sistema com a mitjà rutinari i fer grups de persones del mateix poble per enviar més medicines en un vol.

Figura 37: Expansió del projecte Huflight a Swazilàndia.
Font: Google Maps

CONCLUSIONS

L'últim apartat de tots els treballs correspon a les conclusions, es tracta d'analitzar tota la feina que s'ha realitzat per obtenir aquest resultat i valorar tot el procés.

Es pretén analitzar les dificultats que ha presentat el projecte i com s'han anat afrontant. Tots aquests obstacles han servit per obtenir la conclusió més important que se'n pot extreure:

Gràcies als quatre anys de grau en enginyeria han permès que s'hagi sigut capaç de treure endavant el projecte i completar-lo.





Figura 38: Comprovació de l'estat del prototip.

Font: pròpia

- Com a conclusions tècniques es pot extreure que el prototip funcional que s'ha aconseguit és capaç de volar sis minuts aproximadament amb la bateria que s'ha incorporat. Fa la funció que es pretenia: programar una ruta, col·locar un paquet i arribar al punt d'entrega.
- No es recomana la compra d'un kit per muntar un quadrocòpter perquè surt més car que comprant els components per separat.
- Relacionat amb el disseny, s'ha demostrat que el primer disseny no sempre és el millor i més funcional. La manera més pràctica de provar el que s'ha plantejat són els prototips que serveixen per testejar els dissenys i poder millorar-los. Aquest ha sigut el cas del sistema del paquet on es va fer un primer disseny i, posteriorment se li van aplicar unes millores.
- El disseny del sistema del *payload* encara no és del tot funcional i, per aquest motiu necessita un replantejament per poder fer el procés més fàcil i àgil. Després d'haver testejat el prototip i veure les necessitats que requereix, no s'hagués plantejat aquesta via de disseny, sinó que s'haguessin buscat altres maneres de subjectar un paquet i fer més còmoda la seva utilització.

- Tot projecte requereix d'una fase intensa d'investigació per poder entrar en l'àmbit que es vol tractar. Lligat amb la investigació cada pas que es dóna s'ha de treballar i fer teu perquè sinó no s'obté un bon resultat.
- Fer un vehicle aeri no tripulat no ha sigut fàcil, ha requerit de moltes hores, molta feina i molts problemes. Fa quatre mesos es va prendre la decisió d'escollir aquest tema sense tenir cap coneixement previ i això ha sigut tot un repte. Es pot dir que quan t'agrada un tema, l'exprimeixes al màxim i intentes fer-ho el millor possible.
- Després d'haver realitzat aquest projecte, considero que seria capaç de dissenyar un vehicle aeri no tripulat al complet.
- Com a conclusió més personal, tot projecte necessita de la implicació de varies persones que comparteixen coneixements i experiències. A més, els foros és una font d'informació molt valuosa que s'ha utilitzat durant tot el projecte per resoldre dubtes i aplicar solucions que a altres persones els hi ha funcionat.



AGRAÏMENTS

M'agradaria tancar el projecte donant les gràcies a totes aquelles persones que han acabat formant part del projecte Huflight.

Com he mencionat en les meves conclusions, tot projecte consisteix en la unió de varies persones treballant en equip per tirar endavant. En aquest cas, a l'equip només estava jo, però he arribat a implicar a moltes persones perquè m'aportessin coneixements que jo desconeixia o simplement la seva experiència en el món dels vehicles aeris no tripulats.

Començaré donant les gràcies als meus pares que m'han donat el seu suport en tot moment





ight

cies

i m'han animat a lluitar per aquest projecte. Ells m'han ensenyat quin és el significat de l'empatia i això ha fet que sigués capaç d'aplicar tota la part més humana i social que conec en aquest projecte d'ajuda humanitària.

A la meva família des de la meva àvia fins a la meva tieta i el meu cosí, tots ells m'han donat el suport necessari per tirar endavant.

Gràcies a l'estudiant d'enginyeria aeroespacial que m'ha transmès la seva passió pels vehicles aeris i m'ha ajudat amb alguns aspectes del projecte Huflight.

Gràcies a tots els professors que he tingut en la meva educació he pogut desenvolupar un projecte englobant tots els coneixements que m'han anat transmetent al llarg dels anys. Un especial agraïment al meu tutor del projecte per haver confiat en mi per realitzar Huflight i agrair la seva ajuda en tot moment.

Un gràcies destacat als meus companys de l'empresa on he fet les pràctiques perquè cadascun d'ells ha aportat un granet de coneixement en aquest projecte. A més han seguit el meu progrés en tot moment i han intentat ajudar-me en tot el que estigués al seu abast.

He tingut la oportunitat d'aprendre a volar UAS i això s'ho haig d'agrair a l'ARC de Sant Cugat on he pogut provar el meu vehicle i m'han donat suport i experiència per millorar el funcionament del meu prototip.



12

BIBLIOGRAFIA

1. Colas y adhesivos para envase, embalaje y etiquetado. Available at: <http://www.badrinas.com/folletos/packEsp.pdf>. (Accessed: 8th June 2018)
2. Badrinas | Home. Available at: <http://www.badrinas.com/>. (Accessed: 8th June 2018)
3. Suazilandia. Available at: <https://www.wep.viajes/suazilandia>. (Accessed: 8th June 2018)
4. Moldeo por transferencia | Tecnología de los Plásticos. Available at: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/10/moldeo-por-transferencia.html>. (Accessed: 8th June 2018)
5. ¿Cómo reconocer los símbolos del embalaje y su significado? - Blog. Available at: <http://blog.cajadecarton.es/como-reconocer-simbolos-del-embalaje-significado/>. (Accessed: 8th June 2018)
6. Generali Valladolid - Glosario de términos relacionados con los Drones. Available at: <http://www.generalivalladolid.es/blog/107-glosario-drones.html>. (Accessed: 8th June 2018)
7. RPA, UAV, RPAS, UAS y drones: qué diferencias hay entre ellos | ToDrone. Available at: <https://www.todrone.com/diferencias-hay-entre-rpa-uav-rpas-uas-dron/>. (Accessed: 8th June 2018)
8. ANAC DIRECCIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD OPERACIONAL DIRECCIÓN LICENCIAS AL PERSONAL DTO. CONTROL EDUCATIVO PILOTO PRIVADO AVIÓN TEORÍA Y ANÁLISIS DE RESPUESTAS Página 1 de 130 CAPÍTULO 1: AERODINÁMICA BÁSICA Figura 1-2. Cuerda.
9. RPAS, UAV y drones: ¿Cuáles son las diferencias? | VIU. Available at: <https://www.universidadviu.es/rpas-uav-drones-cuales-las-diferencias/>. (Accessed: 8th June 2018)
10. Caja postal con cierre reforzado. Available at: <https://kartox.com/caja-postal-plus>. (Accessed: 4th June 2018)
11. T-Motor Navigator MN3110 470KV- serie Navigator especiales para multirrotores. Available at: <https://rc-innovations.es/TMotor-motores-para-drones-uav-rpa-drones-RC-Innovations-distribuidor-oficial-España/motor-T-Motor-Multicoptero-MN3110-470kv-profesional>. (Accessed: 4th June 2018)
12. Tmotor 11x 3.7 (pareja) V2- Las mejores helices para multicoptero: Diseño unico. Available at: <https://rc-innovations.es/T-motor-prop-helice-carbon-11-3.7>. (Accessed: 4th June 2018)
13. Batería LiPo 6s 10000 mAh 25C - 22.2V - Gens Ace. Available at: <https://rc-innovations.es/baterias-6s-lipo-22.2v-calidad-bajo-peso/bateria-lipo-gens-ace-tattu-6s-10000mah-25c-aviones-rc-multicopteros-hobby>. (Accessed: 4th June 2018)
14. MN3110 KV470_Navigator Type_Motors_Products_T-motor-The Safest Propulsion System. Available at: <http://store-en.tmotor.com/goods.php?id=334>. (Accessed: 4th June 2018)

June 2018)

15. Verkami — Crowdfunding Creativo. Available at: <https://www.verkami.com/>. (Accessed: 4th June 2018)
16. Kickstarter. Available at: <https://www.kickstarter.com/>. (Accessed: 4th June 2018)
17. Guía de cuidado de baterías: cuida las baterías LiPo de tu dron y mantenlas como el primer día. Available at: <https://wikiversus.com/electronica-y-gadgets/drones/uso-cuidado-mantenimiento-baterias-lipo/>. (Accessed: 4th June 2018)
18. Principiantes - EL HILO DEL PRINCIPIANTE __ Preguntas Frecuentes y Repetidas Aquí | ForoDrones.com - AeromodelismoVirtual.com. Available at: http://www.forodrones.com/threads/el-hilo-del-principiante-__-preguntas-frecuentes-y-repetidas-aqui.1276/. (Accessed: 22nd March 2018)
19. Oficina de ayuda humanitaria de la Comisión europea - CiSocH. Available at: https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/mwikis/aidco/index.php/Oficina_de_ayuda_humanitaria_de_la_Comisi3n_europea. (Accessed: 6th February 2018)
20. Ayuda Telemetria - Forums. Available at: <https://foro.mundodron.net/forum/zona-taller/22869-ayuda-telemetria>. (Accessed: 22nd March 2018)
21. Comparte tos proyectos de drones, modificaciones y actualizaciones - Foro De Drones - Comunidad de Drones. Available at: <https://www.forodedrones.com/view-forum.php?f=27>. (Accessed: 22nd March 2018)
22. COMO CALIBRAR ESC O VARIADORES CON Emissora. Available at: <http://deflydrone.com/blog/106-como-calibrar-esc-o-variadores-con-emissora>. (Accessed: 24th April 2018)
23. Todas las Partes de los Drones. Explicadas al Detalle - Esenziale. Available at: <https://esenziale.com/tecnologia/partes-drone/>. (Accessed: 24th April 2018)
24. Construir un drone casero. Available at: <http://dronecasero.blogspot.com/>. (Accessed: 25th March 2018)
25. Combo Dron F450 quadroc3pter ARTF con APM2.6 y GPS. Available at: <http://www.modeltronic.es/combo-dron-f450-artf-con-apm26-y-gps-6m-p-10322.html?osC-sid=633e3cc9ab68187d31608a9b8bb66c4d>. (Accessed: 24th March 2018)
26. Armando un Quadroc3pter. Available at: <https://matto.io/armando-un-quadroc3pter/>. (Accessed: 26th March 2018)
27. Programaci3n Arduino | Aprendiendo Arduino. Available at: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/01/23/programacion-arduino-5/>. (Accessed: 26th March 2018)
28. C3mo hacer un drone con Arduino, ahora m3s f3cil con este tutorial. Available at: <https://descubrearduino.com/montar-drone-arduino-ahora-mas-facil/>. (Accessed: 25th March 2018)

29. Construí tu propio Drone Cuadricóptero impreso 3D - SYS 3D - Impresoras 3D. Available at: <http://sys3d.com.ar/construi-tu-propio-drone-cuadricoptero-impreso-3d/>. (Accessed: 25th March 2018)
30. Elegir el chasis de nuestro drone | KIT DRONE | Tienda especializada en Kits drones avanzados. Available at: <http://kit-drone.com/wiki-drone-elegir-el-frame-correc-to-para-el-drone/>. (Accessed: 25th March 2018)
31. Referente, E. Principales agentes del sector de los drones en España. (2016).
32. Los 10 Mejores Drones del 2017 - La Guía Definitiva. Available at: <http://www.productop10.com/mejores-drones-2017/>. (Accessed: 7th March 2018)
33. Comparativa de drones comerciales para uso lúdico | The Robot Academy. Available at: <https://therobotacademy.com/feed/comparativa-de-drones-comerciales-para-uso-lúdico>. (Accessed: 7th March 2018)
34. Cavette, C. & Cavette, C. Carbon Fiber. *How Prod. Are Made*
35. Morgan, P. *Carbon fibers and their composites*. (Taylor & Francis, 2005).
36. Ashby, M. F. & Jones, D. R. H. (David R. H. *Materiales para ingeniería*. (Reverté, 2008).
37. Fibra de vidrio: propiedades y aplicaciones - APLICACIONES TÉCNICAS ESCOM. Available at: <https://www.atescom.es/fibra-vidrio-propiedades-aplicaciones/>. (Accessed: 25th February 2018)
38. ABS | Tecnología de los Plásticos. Available at: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/abs.html>. (Accessed: 25th February 2018)
39. ¿Por qué seguir usando ABS en impresión 3D? - Bitfab. Available at: <https://bitfab.io/es/blog/por-que-usar-abs-en-impresion-3d/>. (Accessed: 3rd March 2018)
40. ¿Es mejor el ABS o el PLA? Available at: <https://kitprinter3d.com/es/blog/abs-o-pla-n23>. (Accessed: 3rd March 2018)
41. Uso de materiales ligeros y resistentes en la fabricación de drones. Available at: <http://www.ingenieros.es/noticias/ver/uso-de-materiales-ligeros-y-resistentes-en-la-fabricacion-de-drones/6504>. (Accessed: 3rd March 2018)
42. Product. Available at: <https://mttr.net/product.html>. (Accessed: 21st February 2018)
43. Applications. Available at: <https://mttr.net/applications>. (Accessed: 21st February 2018)
44. Clemete, J. C. & Clemete, J. C. *Historia de la Cruz Roja Española*. (1986).
45. *Memoria 2009 de la Cruz Roja Española*.
46. Paredes Alonso, F. J. & Paredes Alonso, F. J. *Historia contemporánea de España*. (Edito-

rial Ariel, 2004).

47. The UPS Foundation | UPS Sustainability. Available at: <https://sustainability.ups.com/the-ups-foundation/>. (Accessed: 21st February 2018)
48. About | Flirtey. Available at: <http://www.flirtey.com/about/>. (Accessed: 20th February 2018)
49. eBee Plus Survey Drone - Aerial Efficiency, Photogrammetric Accuracy. Available at: <https://www.sensefly.com/drone/ebec-plus-survey-drone/>. (Accessed: 3rd March 2018)
50. About us - senseFly. Available at: <https://www.sensefly.com/about/company/>. (Accessed: 3rd March 2018)
51. Surveying & Mapping - senseFly. Available at: <https://www.sensefly.com/industry/surveying-mapping/>. (Accessed: 20th February 2018)
52. Breeze - Vista general - Yuneec. Available at: https://www.yuneec.com/es_ES/drones-con-cámara/breeze/vista-general.html. (Accessed: 27th February 2018)
53. ACNUR - Blog Refugiados. Available at: <https://eacnur.org/blog/>. (Accessed: 19th February 2018)
54. Parrot Bebop-Pro Thermal | Parrot Soluciones empresariales. Available at: <https://www.parrot.com/soluciones-business/profesional/parrot-bebop-pro-thermal#parrot-bebop-pro-thermal>. (Accessed: 25th February 2018)
55. Parrot (empresa) - Wikipedia, la enciclopedia libre. Available at: [https://es.wikipedia.org/wiki/Parrot_\(empresa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Parrot_(empresa)). (Accessed: 25th February 2018)
56. Zenmuse XT - The ultimate solution for rapid and reliable aerial thermal imaging The Highest Quality OEM and Thermal Cameras. Available at: <http://www.oemcameras.com/zenmuse-xt.htm>. (Accessed: 22nd February 2018)
57. DJI Matrice M210 RTK GLONASS - drone Prices - CNET. Available at: <https://www.cnet.com/products/dji-matrice-m210-rtk-glonass-drone/prices/>. (Accessed: 22nd February 2018)
58. DJI Matrice 200, 210 and RTK Quadcopters and Accessories - Heliguy. Available at: <https://www.heliguy.com/dji-c610/dji-matrice-200-c894>. (Accessed: 22nd February 2018)
59. Phantom 4 Pro V2.0 - Professional Aerial Filmmaking Made Easy. Available at: https://store.dji.com/es/product/phantom-4-pro-v2?site=brandsite%3Fsite%3D-brandsite&from=landing_page&vid=43151. (Accessed: 22nd February 2018)
60. Phantom 4 Pro - Especificaciones,FAQ, Tutoriales y Descargas. Available at: <https://www.dji.com/es/phantom-4-pro/info#specs>. (Accessed: 22nd February 2018)
61. Zenmuse Z30 - Especificaciones, FAQ, Tutoriales, Descargas y DJI GO - DJI. Avail-

- able at: <https://www.dji.com/es/zenmuse-z30/info#specs>. (Accessed: 22nd February 2018)
62. DJI ZENMUSE XT – Especificaciones y vídeos – DJI. Available at: <https://www.dji.com/es/zenmuse-xt/info#specs>. (Accessed: 22nd February 2018)
 63. DJI – Líder Mundial en Drones/Cuatricópteros con cámara para Fotografía Aérea. Available at: <https://www.dji.com/es/matrice-200-series/info#specs>. (Accessed: 22nd February 2018)
 64. Los planes más delirantes de Amazon para su flota de drones repartidores. Available at: https://www.eldiario.es/hojaderouter/drones/planes-delirantes-Ama-zon-drones-repartidores_o_700631063.html. (Accessed: 18th February 2018)
 65. Google patenta sistema para prestar servicio medico empleando drones. Available at: <http://www.xdrones.es/prestar-servicio-medico-empleando-drones/>. (Accessed: 18th February 2018)
 66. Nuevas Gear VR podrán controlar drones – CNET en Español. Available at: <https://www.cnet.com/es/noticias/las-samsung-gear-vr-del-futuro-podran-controlar-drones-reporte/>. (Accessed: 18th February 2018)
 67. Twitter obtiene patente en tecnología de drones. Available at: <http://latam.ign.com/twitter-2/18762/news/twitter-obtiene-patente-en-tecnologia-de-drones>. (Accessed: 18th February 2018)
 68. Samsung también quiere volar: diseña un “dron” que se controla con la mirada – Perspectiva. Available at: <https://diarioperspectiva.com/samsung-tambien-quiere-volar-disena-dron-se-controla-la-mirada/>. (Accessed: 17th February 2018)
 69. Inventores de IBM anuncian una patente para transferencia de paquetes entre drones durante el vuelo – Noticias de Aviación, RPAS y Espacio. Available at: <http://www.hispaviacion.es/inventores-ibm-anuncian-una-patente-transferencia-paquetes-drones-vuelo/>. (Accessed: 17th February 2018)
 70. Las mejores invenciones del año 2017 según la revista TIME y las patentes que las protegen | Patentes y Marcas. Available at: <http://www.madrimasd.org/blogs/patentesymarcas/2018/las-mejores-invenciones-del-ano-2017-segun-la-revista-time-y-las-patentes-que-las-protegen/>. (Accessed: 17th February 2018)
 71. La patente de Boeing para la recarga de drones en el aire. Available at: <https://blogth-inkbig.com/boeing-patenta-drone-vuelo-eterno>. (Accessed: 17th February 2018)
 72. Amazon y sus patentes para el drone – Dronica Servicios Aéreos y Terrestres a nivel nacional. Available at: <https://dronica.es/las-patentes-de-amazon-y-el-drone-del-futuro/>. (Accessed: 17th February 2018)
 73. SIDA | Definición de SIDA en español de Oxford Dictionaries. Available at: <https://es-oxforddictionaries.com/definicion/sida>. (Accessed: 19th February 2018)

74. Ruanda tendrá drones que repartirán sangre y medicamentos | Clipset. Available at: <https://clipset.20minutos.es/ruanda-tendra-drones-que-repartiran-sangre-y-medicamentos/>. (Accessed: 14th February 2018)
75. Drones para el reparto de medicamentos - One Air. Available at: <https://www.oneair.es/drones-reparto-medicamentos/>. (Accessed: 14th February 2018)
76. En Ruanda los drones ahora salvan vidas. Available at: <https://www.elperiodico.com/es/internacional/20161021/drones-ruanda-5566742>. (Accessed: 14th February 2018)
77. Los drones que reparten salud, vida y esperanza desde los cielos de Ruanda | MIT Technology Review. Available at: <https://www.technologyreview.es/s/7940/los-drones-que-reparten-salud-vida-y-esperanza-desde-los-cielos-de-ruanda>. (Accessed: 14th February 2018)
78. Los drones que llevan vacunas están haciendo una labor crucial para la sociedad - Blog de Lenovo. Available at: <https://www.bloglenovo.es/drones-llevan-vacunas-crucial-sociedad/>. (Accessed: 14th February 2018)
79. Aplicaciones - Ayuda Humanitaria | UAVSenseFly. Available at: <http://www.uavsensefly.cl/aplicaciones-ayuda-humanitaria/>. (Accessed: 12th February 2018)
80. AS, D. Drones médicos para transportar sangre, un uso para salvar vidas. (2017).
81. It's a bird...It's a plane...It's an edible aid drone! Available at: <http://news.trust.org/item/20170220170850-zop09/>. (Accessed: 12th February 2018)
82. DHL tiene un servicio de mensajería regular con drones para enviar medicinas. Available at: http://www.teinteresa.es/tecno/DHL-servicio-mensajeria-mediante-medicinas__0_1298271717.html. (Accessed: 12th February 2018)
83. ¿Qué es ACNUR? Conoce más sobre la Agencia de la ONU. Available at: <https://eacnur.org/es/que-es-acnur>. (Accessed: 12th February 2018)
84. La red social de los drones humanitarios: un escuadrón mundial de robots que salvan vidas. Available at: https://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/hardware/UViators-red_social-drones-desastres_naturales-catastrofes-ONG__0_366063916.html. (Accessed: 9th February 2018)
85. Drones y mapas que salvan vidas | Médicos Sin Fronteras. Available at: <https://www.msf.es/actualidad/malaui/drones-y-mapas-que-salvan-vidas>. (Accessed: 9th February 2018)
86. Tecnología: Drones en acción humanitaria | Planeta Futuro | EL PAÍS. Available at: https://elpais.com/elpais/2017/02/01/planeta_futuro/1485947901_011309.html. (Accessed: 9th February 2018)
87. Qué es un UAV y por qué van a ser tan importantes en el futuro - Futurizable. Available at: <https://futurizable.com/drones>. (Accessed: 9th February 2018)
88. Por, E., Alcorn, K., Corkery, S. & Hughson, G. Medicamentos contra el VIH.

89. SIDA | Definición de SIDA. Available at: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/sida>. (Accessed: 11th March 2018)
90. Twitter wants to patent a drone controlled by tweets – The Verge. *The Verge* 21 (2015).
91. Read Nikola Tesla’s Drone Patent... From 1898 | Popular Science. *Popular Science* 19 (2016).
92. Samsung patents a flying display that’s controlled by your eyes – The Verge. *The Verge* 19 (2018).
93. Google awarded patent for emergency medical drones – Business Insider. *Business Insider* (2016).
94. IBM patent for delivery drones that pass packages to each other – BT. 06 (2017).
95. Sobrevolando el paisaje de las Patentes de Drones. Available at: <http://ideas2value.net/es/sobrevolando-el-paisaje-de-las-patentes-de-drones/>. (Accessed: 4th March 2018)
96. Levin, S. Amazon patents beehive-like structure to house delivery drones in cities | Technology | The Guardian. *The Guardian* (2017).
97. Suazilandia | Médicos Sin Fronteras. Available at: <https://www.msf.es/conocenos/proyectos/suazilandia>. (Accessed: 21st February 2018)
98. Vonne, L. Suazilandia, el país menos saludable del mundo. *Hipertextual* (2015).
99. Cruz Roja.
100. VIH Malawi: Robots contra el sida | Planeta Futuro | EL PAÍS. *El País* (2016).
101. Matternet. Available at: <https://mttr.net/>. (Accessed: 21st February 2018)
102. Malawi tests first unmanned aerial vehicle flights for HIV early infant diagnosis | Press centre | UNICEF. Available at: https://www.unicef.org/media/media_90462.html. (Accessed: 21st February 2018)
103. Los drones que llevan vacunas están haciendo una labor crucial para la sociedad – Blog de Lenovo. Available at: <https://www.bloglenovo.es/drones-llevar-vacunas-crucial-sociedad/>. (Accessed: 21st February 2018)
104. Drones integrados con Google Glass y wearable tech. Available at: <http://www.zerintia.com/productos-drones.html>. (Accessed: 19th February 2018)
105. Cruz Roja Española ultima sus drones para emergencias | Público. Available at: <http://www.publico.es/ciencias/cruz-roja-espanola-ultima-drones.html>. (Accessed: 19th February 2018)
106. Gavi, the Vaccine Alliance. Available at: <http://www.gavi.org/>. (Accessed: 21st Febru-

ary 2018)

107. Flirtey Partners with Pioneering Ambulance Service to Launch First Emergency Drone Delivery Program. Available at: <https://www.prnewswire.com/news-releases/flirtey-partners-with-pioneering-ambulance-service-to-launch-first-emergency-drone-delivery-program-in-united-states-300534046.html>. (Accessed: 20th February 2018)
108. Humanitarian - senseFly. Available at: <https://www.sensefly.com/industry/humanitarian/>. (Accessed: 20th February 2018)
109. Drones en África, un recurso para mejorar la atención a los refugiados - ACNUR. Available at: <https://eacnur.org/blog/drones-africa-recurso-mejorar-la-atencion-los-refugiados/>. (Accessed: 19th February 2018)
110. H520 | Camera Drones | YUNEEC Europe Shop. Available at: <https://shop.yuneec.com/eu/camera-drones/h520/>. (Accessed: 27th February 2018)
111. H520 - Datos - Yuneec. Available at: https://www.yuneec.com/es_ES/drones-con-camara/h520/datos.html. (Accessed: 27th February 2018)
112. Acerca de nosotros - Yuneec. Available at: https://www.yuneec.com/es_ES/empresa/acerca-de-nosotros.html. (Accessed: 26th February 2018)
113. Parrot Bebop-Pro Thermal | Sitio Web Oficial de Parrot. Available at: <https://www.parrot.com/es/profesional/parrot-bebop-pro-thermal#parrot-bebop-pro-thermal-details>. (Accessed: 25th February 2018)
114. Public Safety - Capture Aerial Data for Public Safety. Available at: <https://enterprise.dji.com/civil-protection?site=brandsite&from=nav>. (Accessed: 22nd February 2018)
115. DJI Zenmuse Z30 Industrial Zoom Camera - Heliguy. Available at: <https://www.heliguy.com/zenmuse-z30-p4156>. (Accessed: 22nd February 2018)
116. Matrice 200 Series-Applications. Available at: <https://www.dji.com/matrice-200-series/applications#subNavBar>. (Accessed: 22nd February 2018)
117. DJI Zenmuse XT FLIR Thermal Imaging Core. Available at: <http://www.oemcameras.com/zenmuse-xt.htm>. (Accessed: 22nd February 2018)
118. Comprar Phantom 4 Pro. Available at: https://store.dji.com/es/product/phantom-4-pro?site=brandsite&from=landing_page. (Accessed: 22nd February 2018)
119. Moldeo por transferencia. Available at: https://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_transferencia. (Accessed: 3rd March 2018)
120. Moldeo por inyección. Available at: https://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_inyecci#El_principio_del_moldeo. (Accessed: 3rd March 2018)
121. PLASGEIN. Fabricante de drones en Madrid | Plasgein. (2016).

122. Proceso de moldeo por inyección del plástico | EAS | EAS change systems. Available at: <https://easchangesystems.com/es/application/moldeo-por-inyeccion-del-plasticomoldeo-por-inyeccion-del-plastico/>. (Accessed: 3rd March 2018)
123. Impresión 3D. Available at: https://es.wikipedia.org/wiki/Impresión_3D. (Accessed: 3rd March 2018)
124. Modelado por deposición fundida. Available at: https://es.wikipedia.org/wiki/Modelado_por_deposición_fundida. (Accessed: 3rd March 2018)
125. ABS-plástico: características, ventajas y desventajas. Available at: <http://es.nextews.com/c95c1761/>. (Accessed: 28th February 2018)
126. Ashby, M. F. & Jones, D. R. H. *Materiales para ingeniería 2 Introducción a la microestructura, el procesamiento y el diseño*. (2009).
127. Ventajas Y Desventajas De La Fibra De Carbono. Available at: <http://www.t-composites.net/news/advantages-disadvantages-of-carbon-fiber-1759240.html>. (Accessed: 25th February 2018)
128. Fibra de carbono. Available at: https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_carbono#-Propiedades. (Accessed: 25th February 2018)
129. Polímeros, elastómeros, espumas y materiales compuestos. (2017).
130. Servicios de prototipado rápido. Available at: <https://www.sculpteo.com/es/servicios/prototipado-rapido/>. (Accessed: 3rd March 2018)
131. Droneii. TOP20 Drone Company Ranking Q2 2016. (2016). Available at: <http://www.droneii.com/top20-drone-company-ranking-q2-2016>. (Accessed: 22nd February 2018)
132. Valenzuela, I. Qué son los drones. Available at: <https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/4711/que-son-los-drones>. (Accessed: 6th February 2018)
133. How Zipline works. Available at: <http://www.flyzipline.com/service/>. (Accessed: 15th February 2018)
134. Gonzáles, M. Qué es un dron y cómo funciona. (2017). Available at: <https://filmora.wondershare.es/drones/what-is-drone-how-does-it-work.html>. (Accessed: 6th February 2018)



13

ANNEX





SWAZILAND CIVIL AVIATION AUTHORITY

Notice on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)/ Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)/Drones weighing less than 1,5kilograms

The flying of unmanned aerial vehicle (or drone) is the legal responsibility of the pilot or owner or operator

To be safe, you must be legal



You are responsible for each flight

The pilot of a RPAS/UAV/Drone is legally responsible for the safe conduct of each flight. Prior to any operation take time to understand the regulations with respect of:

- Approval to conduct flight by SWACAA or other Regulating Authority
- Adequate Insurance
- Regulations relating to noise and other environmental requirements in the area of operation
- Other requirements specific to the area you intend to operate in
- The drone shall bear a name plate displaying name of owner/organisation and contact details

Failure to comply with the applicable regulations could lead to a **criminal prosecution.**

For any inquiries please contact SWACAA on

solomon@swacaa.co.sz

info@swacaa.co.sz

www.swacaa.co.sz



Keep your distance

It is illegal to fly your unmanned aircraft over a congested area (streets, towns and cities, industrial areas, power stations and other infrastructure designated as restricted area).

When flying the RPAS/UAV/Drone stay well clear of airports and airfields. Advise SWACAA before commencement of any RPAS/UAV/Drone activity in the vicinity of Airports or known flight paths of manned aircraft.

Restricted areas are indicated in the Prohibited, Restricted and Danger- Index Chart found in the Aeronautical Information Publication (AIP) of Swaziland



**BEFORE each flight,
check drone for damage**

Before each flight check that your unmanned aircraft is not damaged and that all components are working in accordance with the Supplier's User Manual or any other document stating user instructions.

Ensure the RPAS/UAV/Drone complies with environmental laws on pollution and noise.

It is not permitted by law to have mounted on the UAV platform any devices or weapons, nor their replica, any hazardous or biological or chemical or nuclear weapon including replica or miniature thereof


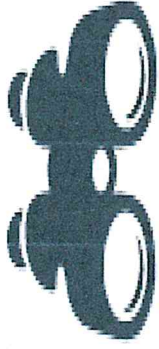




**Keep your distance
50 metres**

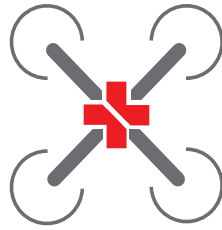
The flying of your RPAS/UAV/Drone within 50m of a person, vehicle, building or structure, or overhead groups of people at any height is strictly prohibited.

In the interim, areas where a RPAS/UAV/Drone must be approved by SWACAA

SWACAA is in the process of designating areas where recreational and sporting activities can be conducted. Those areas shall be published and the general public advised of the publication

 <p>Drone is in sight at all times</p> <p>When flying the RPAS/UAV/Drone it must be within sight at all times. Contingencies must be provided for when any malfunction should occur. Such instances do not exempt losing sight of the RPAS/UAV/Drone. Reference to User Manuals and Specification must be made to ensure the tolerance limits are complied with at all times and in all situations.</p> <p>When the line of sight is lost with the RPAS/UAV/Drone such an occurrence must be treated as an incident. SWACAA or the responsible Regulating Authority must be immediately notified.</p> <p>The search for the UAV will then be immediately conducted. The expenses thereto shall be to the expense of the owner of the RPAS/UAV/Drone.</p>	 <p>Consider rights of privacy</p> <p>The RPAS/UAV/Drone is a platform on which various accessories can be mounted on. It is the responsibility of the owner, operator or pilot to ensure compliance with applicable laws as relates to the RPAS/UAV/Drone.</p> <p>Cameras</p> <p>For images obtained using a camera mounted on a RPAS/UAV/Drone, privacy laws must be observed. Think about what you do with any images you obtain as you may breach privacy laws.</p>
--	--

 <p>YOU are responsible for avoiding collisions</p> <p>The owner or pilot of the UAV whilst it is in flight is responsible for avoiding collisions with:</p> <ul style="list-style-type: none"> • People on the ground • Objects on the ground - including aircraft • Infrastructure. • Aircraft in flight <p>Flights of unmanned aircraft that endanger life and property on the ground and in the air should be avoided.</p>	<p>Valuable Information</p> <ol style="list-style-type: none"> If the UAV to be operated weighs less than 1.5kg(1 500g), operates up to 400ft above the ground(AGL) and has kinetic energy E_k of less than 34(derived as $\frac{1}{2} \times \text{Mass} \times (1.4v_{\text{max}})^2$) a letter of approval must have been obtained to own such a UAV Prior to importation of the above said specification UAV, approval must be obtained from SWACAA The requirement to operate for such above mentioned UAV for sport and recreation is not necessary provided the UAV is operated in an area designated for the purpose Approval to operate such a UAV outside the designated area for UAVs must be obtained from SWACAA prior to the operation Approval to operate such above mentioned UAV for hire and reward must be obtained from SWACAA prior to the operation All documents relating to the UAV, approval from SWACAA, Specifications, User Manuals and its accessories, must be on the person at all times and will be requested for review by SWACAA or any officer from the Regulating Authority
<p>This information notice is issued for guidance and compliance on RPAS/UAVs/Drones for sport and recreation in the Kingdom of Swaziland. By order of</p> <p> Solomon Dube Director General Swaziland Civil Aviation Authority</p>	



h u f l i g h t